

А.А. Постников

ФОРМУЛА ЗДОРОВЬЯ



Москва

2018

УДК 61
ББК 53.59
П 63

Постников А.А.

П 63 Формула здоровья / А.А. Постников. – М.: ИПО «У Никитских ворот», 2018. – 776 с.

ISBN 978-5-00095-643-4

Наряду с витаминами в регуляции жизнедеятельности организма принимает участие множество химических элементов. Они обеспечивают рост и развитие организма и все его жизненные проявления. Нехватка или избыток многих из элементов приводит к серьёзным нарушениям практически всех систем организма, начиная с иммунитета, состояния кожи и раннего поседения волос, вплоть до проявления психических отклонений. Взаимодействие, преобразование, перемещение и распределение различных веществ в организме осуществляется с помощью воды. Вода составляет более половины массы тела человека. Жидкости организма – это сложные водные растворы, включающие «электролиты», «неэлектролиты» – сравнительно малые не диссоциирующие молекулы и «коллоиды» – крупные биополимерные молекулы. Растворенные в воде вещества определяют важнейшие характеристики внутренней среды организма: осмолярность, коллоидно-осмотическое давление, кислотно-щелочное состояние; создающие благоприятные условия для протекания всех жизненных проявлений. Рассмотрению вопросов физиологии и патологии водно-минерального обмена организма и посвящена эта книга, предназначенная для студентов медицинских вузов, врачей и курсантов послевузовского профессионального образования.

УДК 61
ББК 53.59

ISBN 978-5-00095-643-4

© Постников А.А., 2018
© Оформление,
ИПО «У Никитских ворот», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	8
1. ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА	9
1.1. Структурные элементы в организме человека	10
1.1.1. Кислород	10
1.1.2. Углерод	14
1.1.3. Водород	17
1.1.4. Азот	20
1.1.5. Кальций	25
1.1.6. Фосфор	54
1.2. Макроэлементы	65
1.2.1. Калий	65
1.2.2. Сера	94
1.2.3. Натрий	103
1.2.4. Хлор	131
1.2.5. Магний	140
1.2.6. Железо	164
1.2.7. Фтор	189
1.2.8. Цинк	198
1.2.9. Кремний	210
1.3. Микроэлементы	219
1.3.1. Рубидий	219
1.3.2. Стронций	225
1.3.3. Бром	231
1.3.4. Свинец	238
1.3.5. Медь	247
1.3.6. Алюминий	256
1.3.7. Кадмий	263
1.3.8. Церий	269
1.3.9. Барий	271
1.3.10. Олово	277
1.3.11. Иод	282
1.3.12. Титан	291
1.3.13. Бор	297
1.3.14. Селен	302
1.3.15. Никель	312
1.3.16. Хром	319
1.3.17. Марганец	329
1.3.18. Мышьяк	336
1.3.19. Литий	342
1.3.20. Ртуть	350
1.3.21. Цезий	361

1.3.22. Молибден	364
1.3.23. Германий	374
1.3.24. Кобальт	379
1.3.25. Сурьма	387
1.3.26. Серебро	393
1.3.27. Ниобий	399
1.3.28. Цирконий	401
1.4. Ультра микроэлементы	405
1.4.1. Лантан	405
1.4.2. Теллур	407
1.4.3. Галлий	414
1.4.4. Иттрий	417
1.4.5. Висмут	419
1.4.6. Таллий	424
1.4.7. Индий	431
1.4.8. Золото	433
1.4.9. Скандий	437
1.4.10. Тантал	439
1.4.11. Ванадий	440
1.4.12. Торий	446
1.4.13. Уран	449
1.4.14. Самарий	453
1.4.15. Вольфрам	454
1.4.16. Бериллий	457
1.4.17. Радий	460

2. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

2.1. Нервная система	465
2.2. Зрение	485
2.3. Слух	493
2.4. Органы дыхания	495
2.5. Обоняние	506
2.6. Вкусовые ощущения	506
2.7. Состояние голоса	507
2.8. Сердечно-сосудистая система	507
2.9. Атеросклероз	520
2.10. Система гемостаза	524
2.11. Кровь и кроветворение	527
2.12. Пищеварительная система	536
2.13. Печень	553
2.14. Поджелудочная железа	560
2.15. Обмен веществ	561
2.16. Температура тела	578
2.17. Отношение к алкоголю	578
2.18. Кислотно-щелочное состояние	579

2.19. Эндокринная система	579
2.20. Регуляция уровня глюкозы	584
2.21. Иммунная система	588
2.22. Аллергические проявления	596
2.23. Метеозависимость	600
2.24. Онкологические заболевания	601
2.25. Мочевыделительная система	607
2.26. Репродуктивная система	616
2.27. Рост и развитие	627
2.28. Процессы старения	635
2.29. Повреждение тканей	639
2.30. Регенерация тканей	639
2.31. Мышечная система	640
2.32. Костно-суставная система	646
2.33. Зубы и дёсны	656
2.34. Кожа, её придатки и слизистые оболочки	662
3. ЗДОРОВЬЕ И МИНЕРАЛЫ	681
4. СВОЙСТВА ВОДЫ И ЕЕ РАСТВОРОВ	688
4.1. Зависимость растворимости солей в воде от температуры	691
4.2. Водородный показатель воды	692
5. ВОДНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН ОРГАНИЗМА	693
5.1. Зависимость содержания воды в организме от возраста, телосложения и пола.	694
5.2. Распределение жидкости в организме по секторам	696
5.3. Растворы в организме	700
5.3.1. Суммарные характеристики растворов электролитов и неэлектролитов	702
5.3.2. Суммарные характеристики растворов коллоидов	703
5.4. Через мембранный обмен растворами	704
5.4.1. Механизмы через мембранного перетока растворов	704
5.5. Регуляция объема и осмолярности жидкостей организма	707
5.6. Суточный расход воды в организме	711
5.7. Наружные потери жидкости через открытые раны, свищи и фистулы.	712
5.8. Внутреннее депонирование жидкости в имеющихся или возникших полостях	713
5.9. Признаки нарушения водно-солевого обмена	713
6. ЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ ВОДНО-СОЛЕВОГО ОБМЕНА	718
6.1. Концентрация веществ в плазме и сыворотке крови	718
6.2. Осмолярность сыворотки	721
6.3. Гематокрит	722
6.4. Кислотно-щелочное состояние	723

6.5. Молочная кислота.....	723
6.6. Лабораторные показатели мочи.....	724
7. НАРУШЕНИЕ ОБМЕНА ВОДЫ И СОЛЕЙ В ОРГАНИЗМЕ.....	726
7.1. Обезвоживание организма.....	726
7.1.1. Общее обезвоживание.....	727
7.1.2. Внеклеточное обезвоживание.....	729
7.1.2.1. Острое внеклеточное обезвоживание.....	730
7.1.2.2. Хроническое внеклеточное обезвоживание.....	733
7.1.3. Внутрисосудистое обезвоживание.....	733
7.1.3.1. Острое внутрисосудистое обезвоживание.....	735
7.1.3.2. Хроническое внутрисосудистое обезвоживание.....	738
7.2. Переводнение организма.....	740
7.2.1. Гипотоническое (гипоосмолярное) переводнение.....	740
7.2.2. Гипертоническое (гиперосмолярное) переводнение.....	742
7.2.3. Изотоническое (изоосмолярное) переводнение.....	742
7.2.4. Внутрисосудистое переводнение.....	743
8. СОСТОЯНИЯ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕСЯ НАРУШЕНИЕМ ОБМЕНА ВОДЫ И СОЛЕЙ.....	746
8.1. Нарушение обмена жидкостей в пищеварительном тракте.....	746
8.1.1. Потери содержимого из верхнего отдела пищеварительного тракта.....	746
8.1.2. Потери содержимого из нижнего отдела пищеварительного тракта.....	748
8.2. Почечная недостаточность.....	749
8.3. Недостаточность кровообращения.....	751
8.4. Сахарный диабет.....	752
8.4.1. Гиперосмолярный гипергликемический некетоацидотический синдром.....	753
8.4.2. Диабетический кетоацидоз.....	754
8.5. Нарушение секреции антидиуретического гормона.....	755
8.5.1. Несахарный диабет.....	755
8.5.2. Синдром избыточной секреции антидиуретического гормона.....	756
8.6. Дисфункция надпочечников.....	757
8.6.1. Острая надпочечниковая недостаточность.....	758
8.6.2. Избыточная адреналовая гормональная активность.....	758
8.7. Остеопороз.....	760
8.8. Ожоговая болезнь.....	764
8.9. Лечебный плазмаферез.....	767
8.10. Состав пищевой соли и артериальное давление.....	769
Заключение.....	773

Сокращения:

- АДГ – антидиуретический гормон
ГГНКАС – гиперосмотический гипергликемический некетоацидотический синдром
ДЗЛА – давление заклинивания легочной артерии
ДКА – диабетический кетоацидоз
ККЧ – количество коллоидных частиц
КОД – коллоидно-осмотическое давление
ЛПА – лечебный плазмаферез
НСД – несахарный диабет
О- осмолярность
ОБ – общий белок
ОЦК – объемциркулирующей крови
ОЦП – объем циркулирующей плазмы
ПНФ – предсердный натрийуретический фактор
ПТГ – паратиреоидный гормон
СИСАДГ – синдром избыточной секреции антидиуретического гормона
D – deficit (нехватка)
DHS – dose of hypertonicus solution (доза гипертонического раствора)
ECF – extracellular fluid (внечелочная жидкость)
Ht – haematocrit (гематокрит)
Gl – glucosa (глюкоза)
ICF – intracellular fluid (внутриклеточная жидкость)
IVF – intravasal fluid (внутрисосудистая жидкость)
pH – водородный показатель
S – surplus (излишек)
Ur – urea (мочевина)
TBW – total body water (общая вода организма)
W_p – weight of patient (вес пациента)

Введение

Начало всего есть вода.

Фалес (VI в. до н.э.)

Жизнь без воды немислима. Это очевидно каждому и не нуждается в доказательствах. Еще более 2,5 тысячелетий тому назад один из семи мудрецов древности Фалес пришел к убеждению, что вода есть начало всех явлений природы: «Все из воды: во-первых, начало всех животных – сперма, а она влажная; во-вторых, все растения влагой питаются и от влаги плодоносят, а лишённые ее засыхают; в-третьих, и сам огонь Солнца и звезд питается влажными испарениями, равно как и сам космос».

Однако вода – один из определяющих, но не единственный фактор жизни. Современник Фалеса – Анаксимен ведущее место в мироздании отводил воздуху, утверждая, что «Начало всех вещей – воздух». А в V в. до н.э. Мелисс выделяет в основе мироздания уже несколько начал: «В основании четырех элементов – воды, земли, огня, воздуха – лежит некая общая сущность, не возникшая и не уничтожаемая, которую следует назвать всеединым».

По существу, Мелиссом перечислены основные условия поддержания жизни. К этим условиям относятся: вода, земля (минеральные соли), огонь (энергия, тепло) и воздух (кислород, азот и другие газы). При этом вода объединяет остальные начала, растворяя минеральные соли и различные газы, поглощая и перенося тепло, создавая условия обмена веществ – основу жизнедеятельности.

Таким образом, возникновение и развитие живых организмов стало возможным в результате стечения на Земле в определенное времямножество условий, важнейшими из которых явились: достижение на поверхности Земли «подходящей» для жизнедеятельности температуры, поддерживаемой поступлением солнечной энергии; наличие в атмосфере углекислого газа, кислорода, азота и др.; присутствие воды и жизненно важных химических элементов, таких как углерод, азот, кальций, фосфор и множества других, совершенно незаменимых для жизнедеятельности.

И всё же жизнь возникла в воде, на основе воды и поддерживается водой. Вода составляет более половины массы живых организмов. Являясь прекрасным растворителем, вода создает в организме условия для взаимодействия, преобразования, перемещения и распределения различных веществ. Высокая теплоемкость воды позволяет осуществлять внутри организменную терморегуляцию.

Ежедневное потребление около 2 литров воды представляет наибольшую часть пищевого рациона человека. В связи с этим отсутствие воды является тяжелым испытанием. Без воды человек может существовать не более недели, тогда как без продуктов питания он в состоянии прожить около месяца.

На основе воды с растворенными солями, белками и газами создаются условия для оптимального протекания жизненных процессов, функционирования многочисленных ферментов в организме за счет поддержания определенной осмолярности, коллоидно-осмотического давления, кислотно-основного состояния. При этом каждый химический элемент выполняет десятки, и даже сотни разнообразных партий в грандиозной симфонии под названием Жизнь.

1. ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Наш организм для жизнедеятельности использует химические элементы планеты Земля, которая наполовину состоит из кислорода (49,5%), на четверть – из кремния (25%), на одну пятнадцатую – из алюминия (7,5%), на одну двадцатую – из железа (5,08%), на одну тридцатую – из кальция (3,39%), по одной сороковой части массы Земли приходится на натрий (2,63%) и калий (2,4%), около одной пятидесятой приходится на магний (1,93%), около одной сотой – на водород (0,97%), около одной сто шестидесятой массы Земли составляет титан (0,62%), одну тысячную – углерод (0,1%) и около одной сто двадцатой части составляют остальные более ста химических элементов (0,88%) [1, 2, 4].

В организме человека обнаружено около 80 химических элементов [3, 6]. Роль 60 из них более или менее изучена. Условно их разделяют на структурные элементы, макроэлементы, микроэлементы и ультра микроэлементы [5].

Шесть структурных элементов измеряются в килограммах, составляя 98,2% массы тела человека (при расчете на среднего человека с массой тела 70 кг): кислород – 43 кг (60%), углерод – 16 кг (23%), водород – 7 кг (10%), азот – 1,8 кг (2,6%), кальций – 1 кг (1,5%), фосфор – 0,78 кг (1,1%). На остальные 42 элемента приходится всего около 1,8%.

Представительство 9 макроэлементов в организме измеряется в граммах: калий – 140 г, сера – 140 г, натрий – 100 г, хлор – 95 г, магний – 19 г, железо – 4,2 г, фтор – 2,6 г, цинк – 2,3 г, кремний – 1,0 г.

28 микроэлементов представлены в организме в миллиграммах: рубидий – 680 мг, стронций – 320 мг, бром – 260 мг, свинец – 120 мг, медь – 72 мг, алюминий – 60 мг, кадмий – 50 мг, церий – 40 мг, барий – 22 мг, олово – 20 мг, йод – 20 мг, титан – 20 мг, бор – 18 мг, селен – 15 мг, никель – 15 мг, хром – 14 мг, марганец – 12 мг, мышьяк – 7 мг, литий – 7 мг, ртуть – 6 мг, цезий – 6 мг, молибден – 5 мг, германий – 5 мг, кобальт – 3 мг, сурьма – 2 мг, серебро – 2 мг, ниобий – 1,5 мг, цирконий – 1 мг

И, наконец, 17 ультра микроэлемента, находящиеся в организме в микрограммах и пикограммах: лантан – 800 мкг, теллур – 700 мкг, галлий – 700 мкг, иттрий – 600 мкг, висмут – 500 мкг, таллий – 500 мкг, индий – 400 мкг, золото – 200 мкг, скандий – 200 мкг, тантал – 200 мкг, ванадий 110 мкг, торий – 100 мкг, уран – 100 мкг, самарий – 50 мкг, вольфрам – 20 мкг, бериллий – 36 мкг, радий – 0,7 пг.

Таким образом, если кислород в организме человека и земной коре составляет в равной степени значительную долю, то углерод в организме по сравнению с земной корой сконцентрирован в 180 раз, водород – в 10 раз. Почему же основными жизнеобразующими элементами стали именно те, а не иные. Нетрудно заметить, что каждый сам по себе или в соединениях может находиться в газообразном состоянии или хорошо растворим в воде, что создает условия их активного участия в обмене веществ как внутри организма, так и с окружающей средой.

Литература

1. Бергнер П. Целительная сила минералов, особых питательных веществ и микроэлементов /Пер. с англ. У. Сапшиной. – М.: КРОН-ПРЕССЭ 1998. – 288с.
2. Постников А.А. Водно-минеральный обмен. «Триада-фарм». М. 2006, 238 с.
3. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: 2004. – 216 с. alleng.ru/d/bio/bio066.htm
4. Физические величины. Справочник под ред. И.С. Григорьева и Е.З. Мейлихова. М., Энергоатомиздат 1991, с. 1198-1208.
5. Рейтинг содержания элементов в организме человека us-in.net/m_elements_3.php
6. Химические элементы в организме человека. Справочные материалы. Под общей редакцией Л.В. Морозовой. Архангельск. Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2001, 44 с. narfu.ru/university/library/books/0709.pdf

1.1. Структурные элементы в организме человека

1.1.1. Кислород

Кислород (Oxygenium), O, химический элемент VI группы периодической системы Менделеева; атомный номер 8, атомная масса 15,9994. При нормальных условиях Кислород газ без цвета, запаха и вкуса. Трудно назвать другой элемент, который играл бы на нашей планете такую важную роль, как Кислород. Открытие двух главных составных частей воздуха – азота и Кислорода, сделавшее эпоху в науке, произошло в конце 18 века. Кислород получили почти одновременно в 1769-70 гг Карл Вильгельм Шеёле (швед. Carl Wilhelm Scheele; 1742–1786) путем прокали-

вания селитр (KNO_3 , NaNO_3), двуокиси марганца MnO_2 и других веществ и в 1774 Джозеф Пристли (англ. Joseph Priestley; 1733–1804) при нагревании сурика Pb_3O_4 и оксида ртути HgO [3].

Название происходит от греч. «oxy genes» – «образующий кислоты». Кислород составляет 89% массы воды, 23% массы воздуха и около 50% массы природных минералов [1].

Считается, что без еды человек может прожить больше месяца, без воды – трое суток. А без кислорода – несколько минут. Именно кислород в организме человека дает нам жизнь и здоровье. Именно этот природный газ заряжает наш организм энергией вплоть до самой мельчайшей клеточки [5].

Кислород (O) – самый распространенный на Земле, составляющий около половины от всей массы нашей планеты, поэтому землю можно условно назвать «кислородной планетой». Основная часть кислорода при этом присутствует в форме силикатов, второе место здесь занимает вода. Земная атмосфера содержит почти 21% кислорода, но по отношению к общему количеству кислорода его атмосферная часть имеет незначительное значение.

Оказывается, что весь содержащийся в атмосфере кислород биогенного происхождения. Ведь 3,5 млрд лет назад атмосфера Земли практически не содержала кислорода, а 1,7 млрд лет назад в атмосфере его было в 10 раз меньше, чем сейчас.

Зато в конце каменноугольного периода (около 300 млн лет назад) содержание кислорода в атмосфере доходило до 35%. Это была эпоха огромных насекомых и папоротников.

Выявлено, но промышленная деятельность человека мало влияет на содержание кислорода в атмосфере. Поскольку баланс кислорода и углекислого газа, выделяемого в процессе сжигания углеводородов и каменного угля, очень стабилен: при большем образовании углекислоты, лучше протекает процесс фотосинтеза, за счёт интенсивного роста флоры, приводящего к увеличению содержания кислорода в атмосфере. Причём, растения Земли выделяют такое огромное количество кислорода, что весь этот газ атмосферы может быть восстановлен всего за 2000 лет [4].

Технический Кислород используют в процессах газопламенной обработки металлов, в сварке, кислородной резке, поверхностной закалке, металлзации и других, а также в авиации, на подводных судах и прочее. Технологический Кислород применяют в химической промышленности при получении искусственного жидкого топлива, смазочных масел, азотной и серной кислот, метанола, аммиака и аммиачных удобрений, пероксидов металлов и других химических продуктов. Жидкий Кислород применяют при взрывных работах, в реактивных двигателях и в лабора-

торной практике в качестве хладагента. Заключенный в баллоны чистый Кислород используют для дыхания на больших высотах, при космических полетах, при подводном плавании и других. В медицине Кислород дают для вдыхания тяжело больным, применяют для приготовления кислородных, водяных и воздушных (в кислородных палатках) ванн, для внутримышечного введения и т. п. Кислород в металлургии широко применяется для интенсификации ряда пирометаллургических процессов [3].

Роль кислорода в организме человека

Кислород – биогенный элемент. В человеке его содержание по массовой доле составляет около 65% (25% по числу атомов). В теле взрослого человека содержится более 40 кг кислорода, т.е. на «кислородной планете» проживают «кислородные организмы». Прямо как в популярной песне «Мы дети твои дорогая Земля».

Кислород является универсальным химическим окислителем, необходимым в синтезе АТФ – основного «энергетика» почти всех живых существ, присутствующим в связанном виде в большинстве химических соединений, и прежде всего, в воде.

Каждая клетка нашего организма требует бесперебойной доставки кислорода, где он используется в различных обменных реакциях (лёгкие, гемоглобин, митохондрии). Для того чтобы доставить и рассортировать его по клеткам, нужен довольно мощный транспортный аппарат. В обычном состоянии клеткам организма каждую минуту требуется поставлять около 200–250 мл кислорода, что в сутки составляет около 300 литров. При тяжелой работе эта потребность возрастает в десятки раз [2].

Источники кислорода

В организм человека кислород попадает двумя путями: в процессе дыхания (в чистом виде) и с пищей и водой (в связанном виде). Здоровый организм человека берет из воздуха столько кислорода, сколько ему нужно.

Нехватка кислорода

Нехватка кислорода приводит к развитию гипоксии. Причинами гипоксии могут быть:

- пониженное (вплоть до полного отсутствия) содержание кислорода в атмосфере;
- сниженное парциальное атмосферное давление (при подъеме на большую высоту в горы, при полете на летательных аппаратах). Проблемы могут начаться уже на высоте 2000 м над уровнем моря, а на высоте 5000 м они уже гарантированы. На высотах

более 8000 м и более без кислородной маски человек умирает очень быстро;

- снижение или полное прекращение поступления воздуха в легкие (асфиксия), например, при удушении, утоплении;
- недостаточная транспортировка кислорода в ткани в результате нарушений в работе сер-дечно-сосудистой системы, при анемии (малокровии), неспособности гемоглобина связы-вать, транспор-тировать или отдавать кислород из-за различных заболеваний или при отравлении угарным газом, сероводородом, некоторыми окси-дами азота и др.;
- неспособность тканей утилизировать кислород в результате нару-шений протекания окислительно-восстановительных реакций (на-пример, при отравлении цианистым калием, синильной кислотой).

Симптомы острой гипоксии:

- обморок и кома;
- расстройство, необратимые нарушения и даже гибель клеток цен-тральной нервной системы (всего пяти минут отсутствия кислоро-да достаточно для наступления биологической смерти).

Симптомы хронической гипоксии:

- апатия, расстройства внимания, галлюцинации, быстрая физиче-ская и психическая утомляемость;
- нарушения ЦНС;
- одышка и тахикардия при незначительной физической нагрузке или даже в покое.

Избыток кислорода

Еще недавно считалось, что чем больше кислорода получает человече-ский организм, тем лучше. С этой целью конструировались специальные барокамеры, в которые подавался чистый кислород, да еще под повышен-ным давлением. Баллоны для аквалангов также было принято наполнять чистым кислородом. Однако уже совсем скоро стало ясно, что избыток кислорода вреден для организма.

В результате кислородного отравления в наших тканях образуется большое количество свободных радикалов, которые нарушают работу клетки и даже приводят к появлению мутаций. В результате организм на-чинает быстро стареть на клеточном уровне. Существует версия, что вы-сокой продолжительностью жизни народы, проживающие в горной мест-ности, обязаны именно пониженному поступлению кислорода в организм.

Газ озон, молекула которого состоит из трех атомов кислорода (O_3) счи-тается высокотоксичным веществом I группы, поскольку он очень быстро разлагается на обычный диоксигород (O_2) и крайне химически активный

атомарный кислород (O). Именно атомарным кислородом и пахнет озон. При высокой концентрации озона в воздухе из-за раздражения слизистой оболочки органов дыхания может наступить удушье. Содержащийся в кровяном русле холестерин при соединении с озоном переходит в нерастворимые формы, что приводит к развитию атеросклероза. Озон мгновенно убивает мужские половые клетки, поэтому при хроническом отравлении может развиваться мужское бесплодие.

Поэтому использование озонаторов для дезинфекции помещений может быть небезопасным для здоровья. Тем более что во многих развитых странах озонотерапия запрещена, поскольку токсическое, канцерогенное и мутагенное действие озона явно перевешивает все полезные эффекты его применения [4].

Литература

1. Для чего нужен природный кислород. <http://www.kakprosto.ru/kak-889409-dlya-chego-nuzhen-prirodnyy-kislorod>
2. Зачем организму нужен кислород? <http://www.activestudy.info/zachem-organizmu-nuzhen-kislorod/>
3. Кислород. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=8>
4. Кислород в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1626-kislorod-v-organizme-cheloveka.html>
5. Кислород в организме человека – источник здоровья. <http://yourorganism.ru/content/kislorod-v-organizme-cheloveka-istochnik-zdorovya-1284.html>

1.1.2. Углерод

Углерод (Carboneum), С, химический элемент IV группы периодической системы Менделеева, атомный номер 6, атомная масса 12,011. Углерод известен с глубокой древности. Древесный уголь служил для восстановления металлов из руд, алмаз – как драгоценный камень. Значительно позднее стали применять графит для изготовления тиглей и карандашей. [3]

В 1778 году Карл Вильгельм Шеёле (швед. Carl Wilhelm Scheele 1742 – 1786), нагревая графит с селитрой, обнаружил, что при этом, как и при нагревании угля с селитрой, выделяется углекислый газ. Химический состав алмаза был установлен в 1772 году в результате опытов Антуана Лавуазье (фр. Antoine Laurent de Lavoisier; 1743—1794) по изучению горения алмаза на воздухе и исследований Смитсона Теннанта (англ. Smithson Tennant; 1761–1815) в 1797 году, доказавшего, что одинаковые количества алмаза и угля дают при окислении равные количества углекислого

газа. Углерод был признан химическим элементом в 1789 году Лавуазье. Латинское название *carboneum* Углерод получил от *carbo* – уголь [3, 4].

Среднее содержание Углерода в земной коре $2,3 \cdot 10^{-2}\%$ по массе. Углерод накапливается в верхней части земной коры (биосфере): в живом веществе 18% Углерода, древесине 50%, каменном угле 80%, нефти 85%, антраците 96%. Значительная часть Углерода литосферы сосредоточена в известняках и доломитах [3].

Все без исключения живые организмы построены из соединений углерода. Особенностью атома углерода является их способность соединяться между собой, образуя сколь угодно длинные цепи, которые могут быть и разветвленными, содержащими миллионы и миллиарды атомов углерода, соединенных с атомами других элементов (самые из известных молекул – это молекулы белков, содержащих до миллиарда углеродных звеньев). Их длина может даже достигать одного метра!

Углерод – важнейший биогенный элемент, составляющий основу жизни на Земле, структурная единица огромного числа органических соединений, участвующих в построении организмов и обеспечении их жизнедеятельности (биополимеры, а также многочисленные низкомолекулярные биологически активные вещества – витамины, гормоны, медиаторы и другие). Значительная часть необходимой организмам энергии образуется в клетках за счет окисления углерода. Возникновение жизни на Земле рассматривается в современной науке как сложный процесс эволюции углеродистых соединений [5].

Углерод – это базовый биоэлемент. Все вещества, в молекулах которых имеется хотя бы один атом углерода, по определению считаются органическими (исключения составляют только карбиды, угольная кислота, оксиды углерода, цианиды и тиоцианаты).

Углерод уникален тем, что имеет все восемь степеней окисления (от 4 до -4). Правда, имеются другие химические элементы с таким же свойством, например, кремний, но на их основе вряд ли могла зародиться жизнь в привычном нам понимании, поскольку тот же кремний намного тяжелее углерода: оксид углерода при нормальных условиях – довольно легкий газ (немного тяжелее воздуха), оксид кремния – твердое вещество (кварц – почти 100%-ный оксид кремния). Более тяжелые аналоги (германий, олово и свинец) вообще не имеет смысла рассматривать в данном аспекте.

Значение Углерода определяется тем, что свыше 90% всех первичных источников потребляемой в мире энергии приходится на органическое топливо, главенствующая роль которого сохранится и на ближайшие десятилетия, несмотря на интенсивное развитие ядерной энергетики. Только около 10% добываемого топлива используется в качестве сырья для основ-

ного органического синтеза и нефтехимического синтеза, для получения пластических масс и других [3].

Биологическая роль углерода

В организме животных и человека на углерод приходится около 21% по массе. У человека массой 70 кг содержится около 15 кг углерода. В 1 л крови человека содержится 25 000 мг углерода, а в 1 кг костной ткани – 280 000 мг [1].

Как и другие элементы-органогены, углерод в виде отдельного элемента не обладает биологическим значением, – биологической ролью обладают его соединения.

- из различных соединений углерода (белки, жиры, углеводы, нуклеотиды, гормоны, amino- и карбоновые кислоты и др.) состоят все ткани организма;
- является структурным компонентом всех органических соединений;
- его соединения участвуют во всех биохимических процессах;
- при окислении соединений углерода образуется необходимая для организма энергия;
- оксид углерода CO_2 , образующаяся в результате окисления соединений углерода, стимулирует дыхательный центр, регулирует значение pH крови[2].

Пищевые источники углерода

Углерод находится во всех пищевых продуктах в виде соответствующих органических соединений. Человеческий организм не способен усваивать неорганические соединения углерода. В организм человека углерод попадает с пищей (приблизительно 300 г в сутки) и с углекислым газом, содержащимся в воздухе (в среднем 3,7 г в сутки) [4].

Дефицит углерода

Не наблюдается.

Избыток углерода

Не наблюдается.

Возможны отравления токсичными соединениями оксид углерода, четыреххлористый углерод, сероуглерод, соли цианистой кислоты, бензол и другие.

Помимо стабильных изотопов углерода, в природе распространен радиоактивный ^{14}C (в организме человека его содержится около 0,1 мккю-

ри). С использованием изотопов углерода в биологических и медицинских исследованиях связаны многие крупные достижения в изучении обмена веществ и круговорота углерод в природе. Так, с помощью радиоуглеродной метки была доказана возможность фиксации H^{14}CO_3 – растениями и тканями животных, установлена последовательность реакций фотосинтеза, изучен обмен аминокислот, прослежены пути биосинтеза многих биологически активных соединений и т. д. Применение ^{14}C способствовало успехам молекулярной биологии в изучении механизмов биосинтеза белка и передачи наследственной информации. Определение удельной активности ^{14}C в углеродсодержащих органических остатках позволяет судить об их возрасте, что используется в палеонтологии и археологии [5].

Литература

1. Болгова И.В., Шапошникова И.А., Фандо Р.А. Таблица Менделеева в живых организмах. <http://bio.1september.ru/article.php?id=200800406>
2. Углерод. <http://eat-info.ru/references/microelements/uglerod/>
3. Углерод. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=6>
4. Углерод в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1624-uglerod-v-organizme-cheloveka.html>
5. Углерод, его химическое и биологическое значение. <http://www.litsoch.ru/referats/read/333689/>

1.1.3. Водород

Водород (Hydrogenium), H, химический элемент, первый по порядковому номеру в периодической системе Менделеева; атомная масса 1,0079. При обычных условиях Водород – газ; не имеет цвета, запаха и вкуса [2].

Водород впервые в XVII веке выделен фламандским химиком Жаном Баптистом ван Гельмонтом (нидерл. Jan Baptista van Helmont, англ. Jan Baptist van Helmont; 1580–1644). Изучен в конце XVIII века английским физиком и химиком Генри Кавендишем (англ. Henry Cavendish; 1731–1810). Название водорода происходит от греч. Hydro genes (порождающий воду). Водород образует с воздухом взрывоопасные смеси. Существуют три разновидности водорода: протий, дейтерий и тритий, различающиеся по числу нейтронов. Получают водород при электролизе воды, в качестве побочных продуктов при переработке нефти. [3]

Водород вместе с азотом, кислородом и углеродом входит в группу так называемых элементов-органогенов. Именно из этих элементов в основном и состоит организм человека. Доля водорода в нем по массе до-

стигает 10%, а по числу атомов 50% (каждый второй атом в организме – водород). Водород и самый распространенный элемент в нашей вселенной – его доля составляет около 75% по массе и 92% по числу атомов. В отличие от кислорода, существующего как в природе, так и в организме в свободном виде, водород почти полностью находится в виде его соединений (основное соединение водорода – вода) [1].

В промышленном масштабе Водород стали получать в конце 18 века для наполнения воздушных шаров. В настоящее время Водород широко применяют в химической промышленности, главным образом для производства аммиака. Крупным потребителем Водорода является также производство метилового и других спиртов, синтетического бензина и других продуктов, получаемых синтезом из Водорода и оксида углерода (II). Водород применяют для гидрогенизации твердого и тяжелого жидкого топлив, жиров и других, для синтеза HCl, для гидроочистки нефтепродуктов, в сварке и резке металлов кислородо-водородным пламенем (температура до 2800°C) и в атомно-водородной сварке (до 4000°C). Очень важное применение в атомной энергетике нашли изотопы Водорода – дейтерий и тритий [2].

Биологическая роль водорода

Основная функция водорода – структурирование биологического пространства (вода и водородные связи) и формирование разнообразия органических (биологических) молекул. Водород способен реагировать с электрон положительными и электрон отрицательными атомами, активно взаимодействовать со многими элементами, проявляя при этом как окислительные, так и восстановительные свойства. В реакциях со щелочными и щелочноземельными металлами водород выступает в качестве окислителя, а по отношению к кислороду, сере, галогенам проявляет восстановительные свойства.

При потере электрона атом водорода переходит в элементарную частицу – протон. В водном растворе протон переходит в катион гидроксония, который гидратируется тремя молекулами воды и образует гидратированный катион гидроксония H_3O^{+} . В виде этого катиона протоны и находятся в водном растворе.

В биологических процессах протон играет исключительно важную роль: определяет кислотные свойства растворов, участвует в окислительно-восстановительных превращениях. С участием ионов водорода происходит связывание катионов металлов в бикомплексы, протекают реакции осаждения (напр., образование минеральной основы костной ткани), гидролитический распад липидов, полисахаридов, пептидов.

В организме человека водород в соединениях с другими макроэлементами образует аминогруппы и сульфгидрильные группы, играющие важнейшую роль в функционировании различных биомолекул. Водород входит в структуру белков, углеводов, жиров, ферментов и других биоорганических соединений, выполняющих структурные и регуляторные функции. Благодаря водородным связям осуществляется копирование молекулы ДНК, которая передает генетическую информацию из поколения в поколение [3].

Основные пищевые источники водорода

Водород содержится практически во всех пищевых веществах, однако основное его количество попадает в организм в виде воды.

Дефицит водорода

Причины дефицита водорода

Дефицита водорода как такового не бывает, наблюдают дефицит его соединений, например, воды при ее недостаточном поступлении в организм или некомпенсированном ускоренном выведении.

Последствия дефицита водорода

Также как и в случае причин, наблюдают последствия дефицита его соединений, чаще всего воды. В этом случае наблюдают: обезвоживание, чувство жажды, снижение тургора тканей, сухость кожи и слизистых оболочек, повышение концентрации крови, артериальная гипотензия.

Избыток водорода

Избытка водорода как такового тоже не бывает, возможен избыток поступления его соединений. В этом случае наблюдают картину, характерную для конкретного соединения. Например, в случае избытка воды (гипергидратация) чаще всего наблюдают отеки.

Суточная потребность в водороде: не нормируется

Применение соединений водорода

В медицине один из изотопов водорода (дейтерий) в качестве метки используется при исследованиях фармакокинетики лекарственных препаратов. Другой изотоп (тритий) применяется в радиоизотопной диагностике, при изучении биохимических реакций метаболизма ферментов и др. Перекись водорода H_2O_2 является средством дезинфекции и стерилизации [3].

Литература

1. Водород. <http://eat-info.ru/references/microelements/vodorod/>
2. Водород. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=1>
3. Водород. [http://www.smed.ru/guides/227\(2\)](http://www.smed.ru/guides/227(2))

1.1.4. Азот

Азот (от греч. azoos – безжизненный, лат. Nitrogenium), N, химический элемент V группы периодической системы Менделеева, атомный номер 7, атомная масса 14,0067; бесцветный газ, не имеющий запаха и вкуса [2].

Соединения Азота – селитра, азотная кислота, аммиак – были известны задолго до получения Азота в свободном состоянии. В 1772 году Даниель Резерфорд (Daniel Rutherford; 1749–1819), сжигая фосфор и другие вещества в стеклянном колоколе, показал, что остающийся после сгорания газ, названный им «удушливым воздухом», не поддерживает дыхания и горения. В 1787 году Антуан Лоран Лавуазье (фр. Antoine Laurent de Lavoisier; 1743–1794) установил, что «жизненный» и «удушливый» газы, входящие в состав воздуха, это простые вещества, и предложил название «Азот». В 1784 году Генри Кавендиш (англ. Henry Cavendish; 1731–1810) показал, что Азот входит в состав селитры; отсюда и происходит латинское название Азот (от позднелатинского nitrum – селитра и греческого gennaō – рождаю, произвожу), предложенное в 1790 году Жаном-Антуаном Клод Шапталем (фр. Jean-Antoine Claude Chaptal; 1756–1832). К началу 19 века были выяснены химическая инертность Азота в свободном состоянии и исключительная роль его в соединениях с других элементами в качестве связанного азота. С тех пор «связывание» Азота воздуха стало одной из важнейших технических проблем химии [2].

Азот – один из самых распространенных элементов на Земле, причем основная его масса (около $4 \cdot 10^{15}$ т) сосредоточена в свободном состоянии в атмосфере. В воздухе свободный Азот (в виде молекул N_2) составляет 78,09% по объему (или 75,6% по массе), не считая незначительных примесей его в виде аммиака и оксидов. Среднее содержание Азота в литосфере $1,9 \cdot 10^{-3}\%$ по массе. [2]

Химически азот довольно инертен, именно поэтому он сохранился в атмосфере. Тем не менее, при определенных условиях, например, при разрядах молний, простой азот может вступать в химические реакции. Некоторые микроорганизмы (азотфиксирующие бактерии) способны связывать атмосферный азот. Именно такими путями он и попадает в почву. Растения усваивают содержащиеся в почве соединения азота, и далее по пищевой цепи он попадает в организм человека и других животных. В отличие от чистого азота, многие его соединения химически активны, а некоторые токсичны, например, азотная кислота, аммиак, синильная кислота, некоторые окиси азота и др. [3].

Азот – один из элементов-органогенов (т.е. из которых в основном состоят все органы и ткани), массовая доля которого в организме чело-

века составляет до 2,5%. Азот является составной частью таких веществ, как аминокислоты (а, следовательно, пептидов и белков), нуклеотиды, гемоглобин, некоторых гормонов и медиаторов [1].

Основная часть добываемого свободного Азота используется для промышленного производства аммиака, который затем в значительных количествах перерабатывается на азотную кислоту, удобрения, взрывчатые вещества и т. д. Свободный Азот применяют во многих отраслях промышленности: как инертную среду при разнообразных химических и металлургических процессах, для заполнения свободного пространства в ртутных термометрах, при перекачке горючих жидкостей и т. д. Жидкий Азот находит применение в различных холодильных установках. Его хранят и транспортируют в стальных сосудах Дьюара, газообразный Азот в сжатом виде – в баллонах. Широко применяют многие соединения Азота. Производство связанного Азота стало усиленно развиваться после 1-й мировой войны и сейчас достигло огромных масштабов. Азот[2].

Биологическая роль азота

Чистый (элементарный) азот сам по себе не обладает какой-либо биологической ролью. Биологическая роль азота обусловлена его соединениями. Так в составе аминокислот он образует пептиды и белки (наиболее важный компонент всех живых организмов); в составе нуклеотидов образует ДНК и РНК (посредством которых передается вся информация внутри клетки и по наследству); в составе гемоглобина участвует в транспорте кислорода от легких по органам и тканей.

Некоторые гормоны также представляют собой производные аминокислот, а, следовательно, также содержат азот (инсулин, глюкагон, тироксин, адреналин и пр.). Некоторые медиаторы, при помощи которых «общаются» нервные клетки также имеют в своем составе атом азота (ацетилхолин).

В последние годы оксид азота (NO) воспринимается как один из важнейших иммунотропных медиаторов. NO синтезируется из аминокислоты L-аргинина в присутствии фермента NO-синтетазы. Главным источником и местом образования NO в организме является эндотелий, общая масса которого в теле человека достигает 1,5 кг [5].

Функции оксида азота в организме весьма многообразны. NO участвует в поддержании системной и локальной гемодинамики, способствует снижению повышенного тонуса гладкой мускулатуры сосудов и обеспечивает поддержание нормального уровня артериального давления. NO выступает в роли нейротрансмиттера в желудочно-кишечном тракте, мочевыводящей и половой системе, активируя цикло-ГМФ. При

иммунном ответе NO является стимулятором фагоцитоза и уничтожения внутриклеточных паразитов. При сепсисе, под влиянием цитокинов, происходит высвобождение NO в больших количествах, что способствует развитию септического шока. Оксид азота играет важнейшую роль медиатора, в патогенезе бронхиальной астмы, хронического гломеруло-нефрита, туберкулеза, рассеянного склероза, болезни Крона, различных опухолей, а также СПИДа.

NO участвует в деструкции и метаболизме ферментов, содержащих железо, кобальт, марганец, цинк. Именно благодаря способности NO инактивировать Fe-содержащие ферменты происходит гибель внутриклеточных микроорганизмов, жизнедеятельность которых зависит от присутствия железа и других биоэлементов. Очевидно, что эта функция NO является универсальной и отводит NO решающую роль в удалении «стареющих» молекул цитохромов, каталазы, гемоглобина, а также в индукции апоптоза в клетках, где повышается уровень свободного железа.

Одним из конечных продуктов метаболизма этих веществ является аммиак NH_3 . Из организма азот выводится вместе с мочой, калом, выдыхаемым воздухом, а также с потом, слюной и волосами. В моче азот содержится в основном в виде мочевины [5].

Пищевые источники азота

Не смотря на доступность азота для живых организмов (составляет почти 80% атмосферы нашей планеты), человеческий организм не способен усваивать азот в такой (элементарной) форме. В организм человека азот в основном поступает в составе белков, пептидов и аминокислот (растительных и животных), а также в составе таких азотсодержащих соединений, как: нуклеотиды, пурины, и др.

Дефицит азота

Как явление никогда не наблюдают дефицит азота. Поскольку организму в элементарной форме он не нужен, дефицита, соответственно, никогда и не возникает. В отличие от самого азота, дефицит веществ его содержащих (прежде всего белков) явление достаточно частое.

Азот является основным компонентом пищи как вегетарианцев, так и не вегетарианцев. Вегетарианский рацион питания включает в себя большее количество углерода и меньшее количество азота в то время как не вегетарианский рацион питания содержит больше азота и меньше углерода. Азот регулирует широкий спектр биологических процессов и, следовательно, имеет решающее значение для здоровья [4].

Причины дефицита азота

- Нерациональная диета, содержащая недостаточное количество белка или неполноценного по аминокислотному составу белка (белковое голодание);
- Нарушение переваривания белков в желудочно-кишечном тракте;
- Нарушение всасывания аминокислот в кишечнике;
- Дистрофия и цирроз печени;
- Наследственные нарушения обмена веществ;
- Усиленное расщепление белков тканей;
- Нарушение регуляции азотистого обмена.
- Симптомы недостатка азота в организме [4]
- изменение цвета кожи и сыпь на коже
- диарея
- уменьшение мышечной массы, неспособность набирать вес и нормально расти
- усталость и общая слабость
- отеки и припухлости
- большой выступающий живот
- вялость, апатия и раздражительность
- повышенная восприимчивость к тяжелым инфекциям из-за снижения иммунитета.
- при физическом обследовании человека с дефицитом азота может быть выявлено увеличение печени. Дефицит азота может быть обнаружен с помощью различных диагностических процедур, таких как сывороточный креатинин, анализ газов артериальной крови и измерение общего содержания белка в крови.
- дефицит азота может привести к необратимым физическим и психическим повреждениям.

Устранение недостатка азота в организме [4]

Устранение дефицита азота зависит в первую очередь от тяжести состояния и способности восстановления нормального объема крови и кровяного давления. Основой восстановления нормального количества азота в организме является:

Обеспечение организма достаточным количеством калорий в виде углеводов, жиров и простых сахаров имеет важное значение. После того, как тело начинает метаболизировать эти компоненты для производства энергии, потребление белков должно быть увеличено.

Одновременно с этим необходимо начать принимать витамины и минеральные добавки – это имеет важное значение, так как недостаток азота

мог препятствовать способности кишечника усваивать другие питательные вещества.

Человеку с дефицитом азота рекомендуется есть медленно, для того чтобы эффективно восполнять недостаток питательных веществ и дефицит азота. На более позднем этапе рекомендуется включить в рацион питания богатые белком продукты. Не вегетарианский рацион питания богат азотом. Бобовые и зерновые культуры также являются хорошими источниками белков и азота и могут помочь восполнить недостаток азота в организме.

Избыток азота

Как и дефицит, избыток азота как явление не наблюдается никогда – можно говорить только об избытке веществ, его содержащих. Самыми опасными соединениями азота, которые обычно поступают в организм человека, являются нитраты и нитриты. Первые (нитраты) используют в качестве азотного удобрения, поэтому они содержатся в продуктах растительного происхождения. Вторые (нитриты) используются как консерванты. Красному цвету копченые мясные изделия обязаны нитриту натрия, без которого они приобрели бы естественный для приготовленного мяса серо-коричневый цвет [3].

Причины избытка азота

- Несбалансированная диета по белку и аминокислотам (в сторону увеличения последнего);
- Поступление азота с токсичными компонентами пищевых продуктов (в основном нитраты и нитриты);
- Поступление азота с токсичными веществами различного происхождения (оксидами, аммиаком, азотной кислотой, цианидами и пр.);
- Последствия избытка азота
- Повышение нагрузки на почки и печень;
- Отвращение к белковой пище;
- Клинические признаки отравления токсичными азотсодержащими веществами.

Суточная потребность в азоте:

10-20 г (соответствует 60-100 г белка в сутки)

Литература

1. Азот. <http://eat-info.ru/references/microelements/azot/>.
2. Азот. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=7>.
3. Азот в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1625-azot-v-organizme-cheloveka.html>.

4. Недостаток азота в организме человека: симптомы и решение проблемы. <http://www.magicworld.su/zdorove/577-nedostatok-azota-v-organizme-cheloveka-simptomu-i-reshenie-problemy.html>.
5. Роль элементов-органогенов в биологии и медицине. <http://www.elm.su/articles/micro/role.html>.

1.1.5. Кальций

Кальций (Calcium), Ca, химический элемент II группы периодической системы Менделеева, атомный номер 20, атомная масса 40,08; серебристо-белый легкий металл. Соединения Ca – известняк, мрамор, гипс (а также известь – продукт обжига известняка) уже в глубокой древности применялись в строительном деле. Вплоть до конца 18 века химики считали известь простым телом. В 1789 году Антуан Лоран Лавуазье (фр. Antoine Laurent de Lavoisier; 1743—1794) предположил, что известь, магнезия, барит, глинозем и кремнезем – вещества сложные. В 1808 году Сэр Гемфри Дэви (или Хэмфри Дэви, англ. Humphry Davy; 1778—1829), подвергая электролизу с ртутным катодом смесь влажной гашеной извести с оксидом ртути, приготовил амальгаму Ca, а отогнав из нее ртуть, получил металл, названный «Кальций» (от лат. calx, род. падеж calcis – известь). По распространенности в земной коре Ca занимает 5-е место (после O, Si, Al и Fe); содержание 2,96% по массе [13, 14].

В виде чистого металла Ca применяют как восстановитель U, Th, Cr, V, Zr, Cs, Rb и некоторых редкоземельных металлов из их соединений. Его используют также для раскисления сталей, бронз и других сплавов, для удаления серы из нефтепродуктов, для обезвоживания органических жидкостей, для очистки аргона от примеси азота и в качестве поглотителя газов в электровакуумных приборах. Большое применение в технике получили антифрикционные материалы системы Pb-Na-Ca, а также сплавы Pb-Ca, служащие для изготовления оболочки электрических кабелей. Сплав Ca-Si-Ca (силикокальций) применяется как раскислитель и дегазатор в производстве качественных сталей [14].

Значение кальция для организма

Кальций является наиболее представленным в организме металлом. Роль его для человека велика и разнообразна – от обеспечения опорной функции в составе скелета и всасывания продуктов пищеварения в кишечнике до воздействия на ядерные процессы воспроизводства клетки и синтеза белков. Кроме того, кальций участвует в проведении нервных импульсов, сокращении мышц, регуляции сердечного ритма, является IV

фактором свертывания крови, принимает участие в синтезе и работе ферментов, в цикле Кребса при образовании и выделении энергии, иммунных процессах, стабилизации тучных клеток от распада и выделения избыточного гистамина.

Кальций – макроэлемент, играющий основную роль в функционировании мышечной ткани, клеток миокарда, нервной системы, кожи и, конечно, костной ткани. Ионизированный кальций служит внутриклеточным посредником в действии ферментов и гормонов, что имеет огромное значение [1-5].

Кальций (комплекс ионизированного кальция с белком кальмодулином) оказывает регуляторное влияние не только на активность большого числа ферментов (аденилатциклазы, пируваткарбоксилазы, пируватдегидрогеназы, Ca^{2+} -зависимой протеинкиназы, $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ АТФазы и многих других) и транспорт ионов, но и на функционирование многих структурных элементов в клетке. В первую очередь это актинмиозиновый комплекс гладких мышц, а в других клетках – микрофиламенты, которые влияют на подвижность, изменение формы клеток, высвобождение секреторных гранул, процесс эндоцитоза.

Не менее значима роль ионизированного кальция как медиатора действия гормонов – вазопрессина, адренкортикотропного гормона, ангиотензина II, серотонина, гонадолиберина, лютеинизирующего гормона (в семенниках и яичниках). Сложный каскад реакций, в которых участвует ионизированный кальций и контролируемые им ферменты, приводит к осуществлению физиологического действия гормонов на клетки. При истощении внутриклеточных запасов кальция, при недостаточном поступлении кальция эффект гормонов ослабляется или исчезает.

Содержание и регуляция обмена кальция

В организме человека приблизительно 1000 г кальция (до 1 кг у молодых людей и 0,5 кг у пожилых), более 99% которого находятся в костях и зубах [20]. Внутриклеточно содержится около 1 г кальция с концентрацией 1 ммоль/л. Во внеклеточном пространстве около 1,5 г кальция. Кальций костной ткани находится в равновесии с ионами внеклеточной жидкости, но лишь небольшая часть общего кальция (примерно 0,5%) подвергается обмену. В сыворотке крови 50% кальция находится в свободном (ионизированном) состоянии, 40% связано с белком и 10% образует комплексы с фосфатом, цитратом, бикарбонатом и лактатом. Измерение уровня ионизированного кальция позволяет наиболее точно установить связь между появлением определенных патологических признаков и нарушением обмена кальция.

Кальций, находящийся во внеклеточной жидкости, необходим для многих функций организма, и его содержание здесь весьма стабильно. У

здорового взрослого человека концентрация кальция в плазме колеблется в пределах 88-104 мг/л (2,2–2,6 ммоль/л).

Концентрация свободных ионов кальция влияет на нейромышечную возбудимость и другие функции клеток и находится под строгим гормональным контролем (главным образом, со стороны паратиреоидного гормона). Важным фактором, определяющим концентрацию ионов кальция, является концентрация белков в сыворотке; главный белок, связывающий кальций, – альбумин.

Общая гормональная регуляция содержания кальция в костях и плазме крови осуществляется посредством паратгормона [22], 1,25-дигидроксивитамина D и кальцитонина. Паратгормон (ПТГ), вырабатываемый паращитовидной железой, способствует выходу кальция из костной ткани, активируя 1,25-дигидроксивитамин D. Последний, в свою очередь, увеличивает поступление кальция из желудочно-кишечного тракта, задерживает его в организме и одновременно увеличивает выделение фосфатов почками.

Главной функцией ПТГ является поддержание постоянства уровня кальция в крови, что достигается посредством влияния гормона на резорбцию костной ткани, реабсорбцию кальция в почках и всасывание его в кишечнике.

Наличие рецепторов ПТГ доказано на остеобластах и остеоцитах, но не остеокластах. При повышении уровня ПТГ возрастает продукция остеобластами инсулиноподобного фактора роста (ИФР-1) и ряда цитокинов. Это приводит к активации остеокластов и усилению костной резорбции. При длительной и высокой гиперпродукции ПТГ резко преобладает костная резорбция, тогда как при кратковременном и интермиттирующем воздействии доминирует анаболический эффект ПТГ на костную ткань.

ПТГ стимулирует реабсорбцию кальция в дистальных извитых канальцах и тем самым приводит к снижению его экскреции с мочой. Одновременно он подавляет канальцевую реабсорбцию фосфата и регулирует канальцевый транспорт бикарбоната и магния. Кроме того, ПТГ стимулирует синтез кальцитриола и холекальциферола в проксимальных извитых канальцах. Кальцитриол в свою очередь усиливает всасывание кальция в тонком кишечнике.

Кальцитонин, вырабатываемый щитовидной железой, являясь антагонистом паратгормона, препятствует выходу кальция из костей и способствует снижению избыточного уровня сывороточного кальция, направляя его в костную ткань.

Поддержание во внеклеточном секторе физиологического уровня кальция осуществляется посредством его поступления из кишечника и костной ткани или удаления из циркуляции путем перевода в костную ткань, секреции в кишечник, выделения через почки и кожу.

Ежесуточная пищевая норма кальция для взрослого человека равна около 1500 мг (табл. 1).

Таблица 1. Суточная потребность организма в кальции [23]

Возрастные и физиологические периоды жизни человека	Рекомендуемое потребление кальция здоровым лицам, мг/сут
Новорожденные и дети до 6 мес	400
1–5 лет	600
6–10 лет	800–1200
Подростки и молодые взрослые (от 11 до 24 лет)	1200–1500
Женщины 25–50 лет	1000
Беременные и лактирующие женщины	1200–1500
Женщины в постменопаузе	1500
Женщины в постменопаузе, получающие заместительную терапию эстрогенами	1000
Мужчины 25–65 лет	1000
Мужчины и женщины старше 65 лет	1500

Содержание кальция в продуктах питания различно (табл. 2)

Таблица 2. Содержание кальция в продуктах питания (в 100 гр. Продукта) [23]

Продукт	Кальций (мг)	Продукт	Кальций (мг)	Продукт	Кальций (мг)
Орехи и семена		Рыба, морепродукты		Инжир	60
Мак	1450	Сардины в масле	420	Малина	40

Кунжутное семя	875	Макрель (консервы)	241	Земляника	37
Казинаки из кунжута	639			Киви	36
		Крабы	100	Грейпфрут	34
Халва кунжутная	424	Креветки	95	Апельсин	34
Миндаль	265	Анчоусы	82	Лимон	33
Лесной орех	225	Устрицы	82	Мандарины	33
Фундук	170	Скумбрия	66	Чернослив	31
Фисташки	135	Омары варёные	63	Смородина	30
Семечки подсолнечника	115	Сельдь	50	Виноград	25
		Карп	50	Абрикосы	21
Грецкие орехи	95	Кальмар	40	Персики	20
Халва подсолнечная	91	Икра рыбная	22	Виноградный сок	20
		Треска	20		
Арахис	60	Семга	20	Груша	19
Кешью	40	Щука	20	Ананасы	16
Молоко и молочные продукты		Форель	19	Яблоки	16
		Лосось	10	Дыня	16
Молоко сухое обезжиренное	1155	Туец в консервах	8	Банан	15
				Арбуз	14
Молоко сухое цельное	1000	Мясо и мясопродукты		Кокос мякоть	14
		Сосиски молочные	35	Авокадо	13
Сливки сухие	700			Сок яблочный	7
Брынза	530	Колбаса любительская	30	Вишнёвый сок	7
Молоко сгущенное с сахаром	307			Зелень	
		Цыпленок	28	Крапива	713
Молоко сгущенное без сахара	282	Телятина	26	Просвирник лесной	505
		Мясо кролика	16		

Молоко овечье	178	Кура	14	Подорожник большой	412
Молоко козье	143	Сердца, почки говяжьи	12		Базилик
Мороженое сливочное	140		Колбаса говяжья, копченая	11	Будра плющевидная
Творог	125	Говядина			10
Йогурт	120	Печень говяжья	9		
Молоко коровье	120	Баранина	9	Петрушка	245
Кефир жирный	120	Свинина жирная	8	Кресс-салат	190
Ацидофилин	120	Шпик свиной	2	Укроп	170
Простокваша	118	Овощи		Шпинат	106
Сливки	90	Оливки зеленые консервированные	85	Лук порей	92
Сметана	85			Лук зеленый	86
Масло сливочное	21			Салат	67
Мороженое фруктовое	20	Чеснок	60	Бобовые	
Маргарин сливочный	14	Капуста краснокочанная	53	Соевые бобы	210
		Морковь красная	51	Фасоль белая, вареная	90
Сыры				Бобы	80
Пармезан	1300	Репа	49	Горох	60
Российский сыр	1000	Белокочанная капуста	48	Печеные бобы	55
Сыр Рокфор	740				
Твердый швей-царский сыр	600	Капуста кольраби	46	Зеленая фасоль	40
		Морковь желтая		46	Фасоль красная, вареная

Плавленный сыр	450	Редис	39	Чечевица, варёная	19
Мучные продукты, крупы		Редька	35		
Крупа ячневая	80	Капуста брюссельская	34	Горошек зелёный	15
Крупа овсяная	64				
Овсяные хлопья	50	Лук, репчатый	30	Сладкие продукты	
Зерновой хлеб	48	Капуста цветная	26	Белый шоколад	280
Белый хлеб	45	Свекла	26	Шоколад молочный	220
Мука ржаная обойная	43	Тыква	25		
		Морковный сок	24	Какао-порошок	80
Кукурузные хлопья	43	Паста томатная	20	Шоколад черный	60
		Огурцы	17		
Хлеб с отрубями	40	Баклажаны	15	Мед натуральный	6
Хлеб, ржаной	35				
Рис	33	Помидоры	14	Яйца, продукты	
Крупа перловая	30	Картофель	10	Яичный порошок	193
Крупа пшеничная	27	Сок томатный	8	Майонез столовый	57
Сухари сливочные	22	Перец сладкий зеленый	8		
Булка сдобная	21	Фрукты, ягоды		Грибы	
Крупа гречневая	20	Урюк	150	Белые сушеные	184
Крупа манная	20	Курага	120	Белые свежие	27
Макароны, в.с.	19	Финики сушеные	100	Подберезовики свежие	13
Печенье песочное	14				

Фармацевтическая промышленность выпускает множество различных препаратов, в которых присутствует кальций как основной ингредиент или как добавка в составе комбинированных препаратов. Кальций лучше усваивается, когда принимается вместе с аскорбиновой, лимонной кислотой или вместе с кисломолочными продуктами.

Избыточное потребление поваренной соли больших количествах пищи, содержащей много белков (мясо, рыба домашняя птица, продукты повседневного питания сушеный горох, бобы и т.д.) приводят к излишнему выведению кальция с мочой.

Постоянное употребление кофе и кока-колы тоже ведет к обеднению организма кальцием и появлению признаков остеопороза. Избыточное употребление грубоволокнистой пищи, содержащей много клетчатки, приводит к уменьшению всасывания кальция в кишечнике. В газированных напитках очень много фосфатов, они вытесняют кальций из костей, что приводит к потере костного вещества. У женщин, регулярно пьющих газированные напитки, риск перелома костей возрастает в пять раз.

Неумеренное употребление алкогольных напитков способно вызвать признаки остеопороза, так как алкоголь является токсином, нарушающим обменные процессы в организме и тем самым способствующим потере костной массы.

Курение из-за своего общего отрицательного воздействия на процессы, происходящие в организме, также является фактором риска возникновения признаков остеопороза. Из лекарств с наибольшей осторожностью надо относиться к глюкокортикостероидным препаратам. Особенно это актуально для людей, страдающих такими хроническими заболеваниями, как бронхиальная астма, ревматизм или артрит, и регулярно принимающих кортикостероиды.

Для того чтобы кальций лучше усваивался, необходим также магний. Ежедневная потребность в магнии – 0,250–0,350 г. Усвоению кальция способствует витамин D, вырабатывать который организму помогают ультрафиолетовые лучи. Для этого необходимо в любое время года чаще бывать на свежем воздухе и пользоваться каждым солнечным днем для прогулок и принятия солнечных ванн. Хороший источник витамина D – рыбий жир, жирные сорта морской рыбы.

Витамин С также важен для костной ткани, его недостаток может быть причиной хрупкости костей. Все овощи, ягоды и фрукты содержат витамин С. Особенно его много в шиповнике, петрушке, укропе, в цитрусовых (лимоны, апельсины), черной смородине, капусте, землянике, клубнике, крыжовнике, малине.

Витамин К также играет важную роль в формировании и восстановлении костей, обеспечивает синтез остеокальцина – белка костной ткани,

на котором кристаллизуется кальций. Он способствует предупреждению остеопороза. Много этого витамина в листьях крапивы, малины и шиповника. Витамин К содержится в соевом масле, печени, грецких орехах, капусте и во всех овощах с зелеными листьями.

Фолиевая кислота (витамин В₉) и витамин В₆ (пиридоксин) необходимы для правильного формирования коллагенового каркаса кости. Фолиевая кислота содержится в бананах, бобах, зеленых листовых овощах, зародышах пшеницы, брюссельской и белокочанной капусте, свекле, пивных дрожжах, телячьей печени, цитрусовых, чечевице.

Пиридоксин содержится в бананах, ветчине, зародышах пшеницы, картофеле, креветках, лососе, курином мясе, говяжьей печени, семенах подсолнечника. Дефицит витамина В₁₂ может привести к нарушению деятельности клеток, которые строят кость, в результате чего она еще более истощается. Источник витамина В₁₂ – животная пища: говядина, молочные продукты, сардины, скумбрия, яйца.

В питании следует избегать дефицита белков (ведь это строительный материал для клеток костей. Как источник белка лучше использовать яйца и молочные продукты.

При недостаточной физической нагрузке, никакие витамины и минералы не помогут обрести крепкие кости. Даже достаточное потребление кальция при пассивном образе жизни не замедлят природной потери костной массы. Занятия спортом укрепляют кости, способствуют наращиванию кальция в костях. Наиболее эффективны умеренные силовые тренировки: на специальных тренажерах, либо с гантелями. Также способствуют укреплению костей и интенсивные аэробные нагрузки: аэробика, ходьба, бег, танцы, ходьба и бег по лестнице. Упражнения без весовой нагрузки для костей практически бесполезны. Это было доказано в частности космонавтами: в условиях невесомости костная масса теряется очень быстро, и только занятия с поднятием тяжестей и упражнения на сопротивление помогают космонавтам компенсировать ее потерю. В исследовании о женщинах, находящихся в периоде менопаузы, доказано, что всего двух 45-минутных силовых тренировок в неделю достаточно, чтобы сохранить нормальную плотность костей.

Из поступающего с пищей кальция коло 1000 мг выделяется через кишечник, 400 мг – через почки и 100мг – через кожу.

Гипокальциемия ***Причины гипокальциемии [12]***

Гипокальциемия – уменьшение содержания кальция в крови ниже 2 ммоль/л. Гипокальциемия может возникать при недостаточном поступлении кальция с пищей, повышенном его выделении из организма

и снижении его уровня в крови в результате химического взаимодействия, разбавления бескальциевыми растворами или гормональных нарушений. Известны следующие состояния, приводящие к гипокальциемии:

- недостаточное поступление кальция с пищей (голодание, хронический алкоголизм);
- снижение всасывания кальция из кишечника (гиповитаминоз D, состояние после гастрэктомии);
- гипопаратиреоз – аутоиммунный, послеоперационный, семейный и идиопатический;
- псевдогипопаратиреоз, когда очень быстро теряется внеклеточный кальций;
- прием кортикостероидов [14] и интерлейкинов, глюкокортикоиды угнетают всасывание кальция в кишечнике, способствуют выходу кальция из костной ткани и усиливают его почечную экскрецию, в результате могут развиваться гипокальциемия и гиперкальциурия;
- прием препаратов для лечения гиперкальциемии: антиконвульсантов (фенитоина, фенобарбитала) и рифампина;
- применение радиоконтрастных агентов, которые содержат этилендиаминтетраацетат;
- лечение препаратами радиоактивного йода;
- гемохроматоз, болезнь Вильсона, метастазы рака в паратиреоидные железы;
- гипоальбуминемия, болезнь Олбрайта [21], при которых не хватает витамина D;
- почечная недостаточность, в случае снижения резорбции кальция и фосфора;
- поражение поджелудочной железы, когда в ней начинают откладываться соли кальция в зоне жирового некроза;
- значительные потери кальция через кишечник (диарея, острый панкреатит);
- повышенное выделение кальция почками под действием кофеина, алкоголя, натрия, сахара, диуретиков, кальцитонина, дифосфонатов, а также при гиперфосфатемии, гипوماгнемии, гипопаратиреозе;
- цитратная гипокальциемия при введении значительных объемов компонентов крови, стабилизированных цитратом, связывающим ионизированный кальций;
- гипокальциемия разведения при возмещении дефицита внутрисудистого объема бескальциевыми солевыми растворами;

- нарушения функции ряда желез внутренней секреции: щитовидной, надпочечников и поджелудочной железы;
- болезни печени;
- синдром токсического шока;
- синдром голодных костей;
- гиподинамия;
- гипернатриемия;
- недоношенность новорожденных и сахарный диабет у матери;
- кормление новорожденных коровьим молоком или смесями, в которые входит фосфор.

Всасывание кальция затрудняется:

- при значительном избытке в пище фосфора, в силу чего образуется труднорастворимый трехосновной фосфорнокислый кальций (оптимальное соотношение Ca/P составляет 1 : 1,3–1,5);
- при избытке в пище жиров, когда образуются почти нерастворимые соли кальция с жирными кислотами (кальциевые мыла);
- при наличии в пище значительных количеств щавелевой кислоты и фитина (гексафосфатинозита) в результате образования нерастворимых солей кальция;
- при недостатке витамина D
 - витамин D повышает активность пируватдекарбоксилазы, которая способствует переходу пировиноградной кислоты в лимонную и тем самым создает оптимальную слабокислую среду в кишечной стенке, необходимую для всасывания кальция
 - витамин D тормозит накопление кальция митохондриями и ускоряет выход его из этих органелл, что, видимо, связано со способностью витамина D тормозить процессы окислительного фосфорилирования в митохондриях (поэтому при недостатке витамина D кальций задерживается в митохондриях клеток кишечного эпителия и не переходит в кровь);
 - при гиповитаминозе D снижается активность стимулируемой кальцием АТФ-азы в микроворсинках кишечного эпителия, что также тормозит всасывание кальция.

Обмен кальция, так же как и тесно связанный с ним обмен фосфора, очень существенно зависит от состояния ряда желез внутренней секреции. Наибольшее значение имеет гормон паращитовидных желез – паратгормон.

Гипофункция паращитовидных желез приводит к снижению концентрации ионизированного кальция и увеличению неорганического фос-

фора в крови. Усиление секреции паратгормона активирует в кости переход стволовых костных клеток в остеокласты и тормозит превращение последних в остеобласты. Последний эффект паратгормона синергичен с действием кортизола.

Противоположный эффект на обмен кальция оказывает гормон щитовидной железы – кальцитонин, который способствует переходу кальция из плазмы крови в костную ткань. Поэтому гиперфункция щитовидной железы сопровождается снижением уровня кальция в крови. Этому способствует и то, что кальцитонин тормозит реабсорбцию кальция в канальцах почек и кальций теряется с мочой.

Гормон коры надпочечников – кортизол способствует значительному повышению выделения кальция как с мочой, так и через кишечник, так как при этом тормозится всасывание кальция в кишечной стенке и реабсорбция его в канальцах почек. Это ведет ко вторичному гиперпаратиреозу. Кортизол тормозит превращение остеокластов в остеобласты. В результате увеличивается количество остеокластов и как следствие – резорбция костной ткани и развитие остеопороза.

Наиболее опасной формой гипокальциемии является острая, потому что имеет свои особенности. Первым симптомом является – массивный цитолиз. Такое может случиться, если у пациента наблюдается гепатоз, гемолиз, в случае применения цитостатиков, сильного ожога, травматического шока и синдроме раздавливания. Из-за этого кальций начинает быстро выводиться из крови. Гипокальциемия быстро начинает развиваться, если при цитолизе наблюдается еще почечная недостаточность.

Симптомы гипокальциемии очень разные, они приводят к разным осложнениям – появление аритмии и судорог, когда заболевание тяжело протекает. Острая форма не имеет много симптомов, но если ее вовремя лечить она пройдет.

Ярко выраженной считается хроническая форма гипокальциемии, потому что она развивается из-за рахита, гипوماгнемии, хронической почечной недостаточности, гипопаратиреоза. Главным симптомом является повышение возбудимости в нервно-мышечной системе и тетания, которая характеризуется периферической и периоральной парестезией, спазмом карпо-педального характера. Легкие симптомы гипокальциемии могут перерасти в бронхоспазм, судороги и ларингоспазм.

Часто хроническая гипокальциемия характеризуется нервно-мышечными и неврологическими симптомами, у больных возникают спазмы в мышцах кистей, стоп, лица, гортани, могут появляться судороги, психоз, постоянно больной находится в депрессии, очень раздражителен, у него останавливается дыхание.

Особенности гипокальциемии у детей [12]

Обмен кальция в пре- и постнатальном периоде имеет некоторые особенности, которые в деталях ещё не до конца ясны. Внутриутробно транспорт кальция от матери плоду приводит к лёгкой гиперкальциемии и, соответственно, супрессии синтеза паратгормона и повышению концентрации кальцитонина. В постнатальном периоде, в течение первых двух дней с момента отсечения пуповины, концентрация кальция достигает минимума. Это активизирует деятельность паращитовидных желёз, приводя к повышенной концентрации паратгормона, что ведёт к нормализации концентрации кальция в течение недели. По причине меньшей скорости гломерулярной фильтрации повышенная концентрация фосфата у новорожденных по сравнению с детьми более старшего возраста определяет связывание кальция с фосфатом и возникновение гипокальциемии. Неонатальная гипокальциемия обнаруживается у 3-5% всех новорожденных детей.

Это заболевание также часто появляется у детей, особенно раннего возраста, которые неполноценно питаются и им не хватает кальция. В случае ускоренного роста ребенка и повышенных физических и умственных нагрузок, симптомы гипокальциемии ярко выражены.

Для детей характерны такие признаки:

- тетания атипичного характера, ребенок неуклюж при движении, у него немеют ноги и подергиваются мышцы;
- мягкий мышечный спазм – колика в желчном пузыре, боли абдоминального характера, короткое дыхание, при котором кажется, что ребенок задыхается;
- часто возникает спазм в икроножной мышце, появляется хромота, потому ребенок падает;
- повышается внутричерепное давление;
- может возникать карпопедальный спазм;
- рецидивирующая рвота;
- диарея;
- желудочно-кишечные кровотечения;
- тетания:
- ларингоспазм;
- тахипноэ;
- апноэ.

Для детей это очень опасные симптомы, потому что из-за них возникает множество осложнений. Потому нужно срочно лечить данное заболевание.

Гипокальциемия после родов [12]

Данное заболевание протекает в острой форме, резко снижается уровень кальция в крови и тканях, при этом возникает парез гладкой и по-

перечно-полосатой мышц, может возникать паралич глотки, кишечника, языка, желудка, в сложном состоянии женщина впадает в кому.

Послеродовую гипокальцемию относят к заболеванию эндокринного характера. Эта форма заболевания является очень редкой.

Вследствие стойкой гипокальцемии изменяется нервно-мышечная возбудимость и сократимость мышц.

- латентная тетания (лёгкая гипокальцемиия): мышечная утомляемость, слабость, подёргивание отдельных групп мышц, онемение и покалывание вокруг рта, в кистях и стопах; положительный симптом Хвостека, однако его наблюдают и у 10% здоровых лиц; положительный симптом Труссо; положительный симптом Люста;
- явная тетания (тяжёлая гипокальцемиия): гипертонус мышц до развития судорог; спазм гладкой мускулатуры (ларингоспазм);
- отдалённые эффекты гипокальцемиии: атрофия, ломкость ногтевых пластинок; сухость и шелушение кожи; дефекты эмали и гипоплазия зубов; кальцификация базальных ганглиев, в некоторых случаях в сочетании с признаками паркинсонизма; кальцификация хрусталика (нередко приводит к катаракте).

В физиологических условиях ионы кальция снижают проницаемость клеточной мембраны для ионов. При недостатке кальция во внеклеточной жидкости проницаемость клеточной мембраны возрастает и ионы перемещаются по градиенту концентрации, мембранный потенциал падает, в мышечной клетке возникает спонтанное сокращение. Этому способствует и поступление в клетку свободного кальция. Последний активирует АТФ-азу мышечной клетки и способствует расщеплению АТФ с освобождением необходимой для сокращения мышц энергии. По такому механизму возникают приступы спонтанных мышечных сокращений (тетания) при гипофункции паращитовидных желез или при удалении их у животных в эксперименте.

Проявления гипокальцемиии отягощаются в условиях алкалоза, так как при этом снижается процесс ионизации кальция и, следовательно, понижается содержание кальция в крови.

Признаки гипокальцемиии

Острая гипокальцемиия проявляется:

- онемением и покалыванием в кончиках пальцев и околоротовой области;
- повышенными сухожильными рефлексамии, мышечнымии спазмамии вплоть до тонических судорог;
- ларингоспазмом;
- постукивание в проекции лицевого нерва перед ушной раковиной вызывает на этой стороне сокращение мышц лица и века – положительный симптом Хвостека;

- на ЭКГ выявляется увеличение интервала QT за счет сегмента ST, опасную возникновением желудочковой тахикардии вплоть до фибрилляции желудочков сердца.
- в анализах крови может выявляться снижение уровня как ионизированного ($<1,1$ ммоль/л или <45 мг/л), так и общего кальция ($<2,1$ ммоль/л или <85 мг/л); снижение уровня паратгормона при гипопаратиреозе; гиперфосфатемия или гипомагниемия.

Хроническая гипокальциемия ведет к остеопорозу, проявляющемуся размягчением и переломом костей.

Послеоперационный гипопаратиреоз, как наиболее частая причина, развивается после удаления или повреждения паращитовидных желёз при хирургических операциях в области шеи: резекции опухолей, тотальной тиреоидэктомии или паратиреозэктомии. Тетания обычно возникает через 1-2 дня после операции, но примерно в половине случаев кровоснабжение травмированного остатка паращитовидных желёз и секреция паратгормона восстанавливаются, и длительная заместительная терапия не требуется. Иногда гипокальциемия возникает спустя много лет после операции. Послеоперационный гипотиреоз следует предполагать у любого больного с гипокальциемией и хирургическим шрамом на шее.

После паратиреозэктомии у больных с тяжёлым гиперпаратиреозом и поражением костной ткани иногда развивается синдром «голодных костей», обусловленный настолько жадным поглощением кальция и фосфата костями, что даже интактный остаток паращитовидных желёз не в состоянии компенсировать эти сдвиги. Синдром «голодных костей» обычно наблюдается у больных, у которых до операции был повышен уровень щелочной фосфатазы в сыворотке и/или имел место вторичный гиперпаратиреоз с уремией. Этот синдром отличается от послеоперационного гипопаратиреоза низким уровнем фосфата в сыворотке (из-за усиленного поглощения фосфата костной тканью), а также компенсаторно повышенным уровнем паратгормона.

Редкие формы Семейного гипопаратиреоза могут наследоваться как аутосомно-рецессивный или доминантный признак. Аутосомно-рецессивный гипопаратиреоз встречается в семьях с мутациями гена ПТГ, нарушающими процессинг этого гормона. Другая аутосомно-рецессивная форма гипопаратиреоза обусловлена делецией 5-участка гена *glial cell missing B*, кодирующего фактор транскрипции, необходимый для формирования паращитовидных желёз. Поскольку в данном случае имеется агенезия этих желёз, гипопаратиреоз присутствует с самого рождения.

Аутосомно-доминантный гипопаратиреоз может быть следствием активирующих точечных мутаций гена *CaR*; у больных обычно имеется лёгкий гипопаратиреоз. Из-за аналогичных мутаций гена в почках разви-

вается выраженная гиперкальциурия. Часто можно обойтись без лечения, хотя существует риск нарастания гиперкальциурии, нефрокальциноза и мочекаменной болезни.

У больных талассемией или аплазией эритроцитов, нуждающихся в переливании крови, после 20-летнего возраста может развиваться гипопаратиреоз, обусловленный отложением железа в парашитовидных железах. Отложения меди могут быть причиной гипопаратиреоза при болезни Вильсона. В редких случаях гипопаратиреоз возникает вследствие метастазов рака в парашитовидные железы.

Псевдогипопаратиреоз [20] носит наследственный характер с аутосомно-доминантным типом наследования, сцепленным с X-хромосомой. Изучение родословных показывает, что число женщин с псевдогипопаратиреозом в 2 раза превышает количество больных мужчин; кроме того, эта болезнь не передается от отца к сыновьям.

Псевдогипопаратиреоз обусловлен генетической резистентностью скелета и почек к действию паратиреоидного гормона. Это связано с дефектом специфических рецепторов плазматических мембран клеток-мишеней и недостаточностью ферментов аденилатциклазы, протеинкиназы, циклического 3, 5- аденозинмонофосфата (АМФ) в дистальных канальцах нефрона, что сопровождается реабсорбцией фосфора. Снижение выделения фосфора с мочой приводит к гиперфосфатемии и вторичной гипокальциемии.

Поскольку при псевдогипопаратиреозе парашитовидные железы остаются интактными, гипокальциемия может вызывать стимуляцию секреции паратгормона и развитие вторичного гиперпаратиреоза. При псевдогипопаратиреозе обычно имеет место компенсаторная гиперплазия парашитовидных желез (развитие аденом не типично), изменения со стороны костной ткани (остеопороз, кисты), отложение кальцинатов в скелетных мышцах, подкожной клетчатке, а также в почках, стенках артерий, миокарде, конъюнктиве и роговицы глаза.

Лечебные меры при гипокальциемии [17]

При лечении острой гипокальциемии, сопровождающейся судорогами, из шприца медленно (0,5-1,0 мл/мин) предпочтительно в центральную вену вводят 10-20 мл 10% раствора глюконата кальция или ставят капельницу 100 мл 10% глюконата кальция в 1000 мл 5% раствора глюкозы с продолжительностью введения не менее 4 часов. Следует учитывать, что в 10,0 мл 10% ампулглюконата кальция содержится около 92 мг кальция, а в 10,0 мл 10% хлорида кальция – 360 мг кальция, т.е. почти в 4 раза больше.

При сопутствующей гипوماгнемии внутривенно медленно вводят 2-4 мл 25% раствора сернокислой магнезии.

При лечении хронической гипокальциемии назначаются для приема внутрь карбонат, глюконат или хлорид кальция, а также витамин D для увеличения всасывания кальция из кишечника. В пищевом рационе рекомендуется увеличение доли продуктов, содержащих значительное количество кальция.

Наилучшее усвоение кальция происходит из продуктов, имеющих полуторократное преобладание фосфора над кальцием (творог, миндаль, фундук). При значительном увеличении соотношения фосфора к кальцию (мясо – 20:1, рыба – 8:1, картофель и овсяная крупа – 6:1, яйца и хлеб – 4:1) или дополнительного введения в организм фосфатов, содержащихся, к примеру, в газированных напитках, увеличивается выход кальция из костей и выделение его из организма.

Острую тяжелую гипокальциемическую тетанию лечат вначале внутривенными вливаниями солей кальция. Можно ввести 10 мл 10% раствора глюконата кальция за 15-30 мин, но эффект длится всего несколько часов. Поэтому могут потребоваться повторные вливания и/или добавление 20-30 мл 10% глюконата кальция к 1 л 5% водного раствора глюкозы, и это количество вводят в течение 12-24 ч. Больным, получающим сердечные гликозиды, инфузии кальция опасны и должны производиться медленно под постоянным контролем ЭКГ. Хлорид кальция, введенный внутривенно, вызывает тромбофлебит, а если он попадает вне сосудов, то оказывает сильнейшее раздражающее действие. Внутримышечные инъекции глюконата кальция точно так же противопоказаны, поскольку могут вызвать местный некроз тканей. Если тетания обусловлена гипомagneмией, ее можно временно купировать введением кальция или калия, но длительный эффект обеспечивается только восполнением дефицита магния.

При транзиторном гипопаратиреозе после тиреоидэктомии или удаления аденомы паращитовидной железы для профилактики гипокальциемии может быть достаточно принимать препараты кальция внутрь. Однако после субтотальной паратиреоидэктомии на фоне хронической почечной недостаточности гипокальциемия иногда бывает особенно тяжелой и длительной. Резкая гипокальциемия и повышение уровня щелочной фосфатазы в сыворотке в таких случаях может быть следствием быстрого поглощения кальция костной тканью. Для профилактики тяжелой гипокальциемии в послеоперационный период требуется длительное парентеральное введение кальция; иногда приходится вводить 1 г/сут на протяжении 5-10 дней, прежде чем можно будет поддерживать нужный уровень кальция в крови за счет пероральных кальциевых препаратов и витамина D [15].

При хронической гипокальциемии, которая бывает при гипопаратиреозе или почечной недостаточности, обычно назначают препараты

кальция внутрь вместе с витамином D. Применяют глюконат кальция (1 г содержит примерно 90 мг кальция) или карбонат (в 1 г примерно 400 мг кальция), подбирая дозу так, чтобы поступление кальция составляло 1-2 г/сут. Пригодны любые препараты витамина D, нежелательны 1-гидроксилиро-ванные соединения – такие, как кальцитриол (1,25-дигидрок-сихолекальциферол), и «псевдо»-1-гидроксилированные аналоги – такие, как дигидротрахистерол, которые раньше начинают действовать и быстрее выводятся из организма. Кальцитриол особенно полезен при почечной недостаточности, поскольку уже не должен подвергаться метаболическим превращениям в почках; он предпочтителен при витамин D-зависимом рахите типа I. Который поддается лечению физиологическими дозами витамина – 0,25-0,5 мкг/сут внутрь. Больным с гипопаратиреозом и псевдогипопаратиреозом обычно требуются большие пероральные дозы: соответственно 0,5-2 мкг и 1-3 мкг/сут. Можно давать 2-4 мг дигидротрахистерола в течение 2 дней, а затем снижать дозу до 1 мг/сут и меньше в зависимости от изменений уровня кальция в сыворотке.

Во всех случаях серьезным осложнением может быть передозировка витамина D с симптоматикой тяжелой гиперкальциемии. Необходимо обеспечить достаточное потребление кальция (1-2 г/сут) и фосфора с пищей и дополнительно. Эффективность терапии оценивается по исчезновению симптомов и нормализации уровня кальция в сыворотке. Последний нужно контролировать вначале достаточно часто, например еженедельно, а после стабилизации состояния больного – с интервалами 1-3 мес. В большинстве случаев поддерживающие дозы кальцитриола или дигидротрахистерола со временем можно снижать.

Лечение гипокальциемии при почечной недостаточности должно сочетаться с ограничением фосфора в пище и приемом средств, связывающих фосфат (таких, как гель гидроксида алюминия), чтобы воспрепятствовать гиперфосфатемии и метастатической кальцификации. К сожалению, накопление алюминия в костях и мозге приводит соответственно к развитию устойчивой к кальцитриолу остеомалации и диализному психозу. Поэтому упор следует делать на ограничение фосфора в рационе, а гель гидроксида алюминия применять только в тех случаях, когда такое ограничение и менее выраженный эффект связывания фосфата карбонатом кальция оказываются недостаточными для удержания уровня фосфата в сыворотке ниже 1,94 ммоль/л. Введение витамина D при почечной недостаточности сопряжено с риском, и к нему следует прибегать только при наличии симптомов остеомалации, не связанной с приемом алюминия или вторичным гиперпаратиреозом (уровень кальция в сыворотке ниже 2,75 ммоль/л) а также в случаях гипокальциемии после паратиреоидэктомии. Эффективность и относительно короткая продолжительность дей-

ствия кальцитриола (и других 1-гидроксилированных аналогов) делают его предпочтительным средством для таких больных. Хотя кальцитриол часто назначают внутрь вместе с кальцием, чтобы воспрепятствовать развитию вторичного гиперпаратиреоза, результаты неутешительные. Однако при конечной стадии почечной недостаточности парентеральные формы кальцитриола могут быть эффективнее для профилактики вторичного гиперпаратиреоза, поскольку этим путем достигаются более высокие уровни 1,25-дигидроксиголекальциферола, прямо подавляющие секрецию паратгормона. Простая остеомалация иногда лечится весьма малыми дозами кальцитриола – 0,25-0,5 мкг/сут внутрь (если только она не является следствием отравления алюминием, когда может потребоваться вымывание алюминия с помощью дефероксамина), но для коррекции гипокальциемии после паратиреоидэктомии иногда нужны большие дозы кальцитриола (2 мкг/сут) и кальция (не менее 2 г/сут).

При витамин D-зависимом рахите достаточно вводить витамин D в дозе 400 МЕ/сут.

При остеомалации назначают витамин D2 или D3 5000 МЕ/сут в течение 6-12 нед, а затем дозу снижают до 400 МЕ/сут. Желательно обеспечить поступление кальция не менее 2 г/сут, по крайней мере на ранних этапах лечения.

Витамин D-физистентный семейный и несемейный гипофосфатемический рахит лечат неорганическим фосфатом (1-3,5 г/сут) и кальцитриолом (0,25-1 мкг/сут). Применение витамина D требует контроля за уровнем кальция в сыворотке; хотя при этом возможна гиперкальциемия, она, как правило, быстро исчезает при изменении дозы кальцитриола.

При тетании, индуцированной алкалозом, лечение должно быть направлено на основное заболевание

Гиперкальциемия [11]

Гиперкальциемия – общая концентрация кальция в плазме более 10,4 мг/дл (> 2,60 ммоль/л) или уровень ионизированного кальция плазмы более 5,2 мг/дл (> 1,30 ммоль/л).

Наиболее важным фактором, ведущим к гиперкальциемии является гиперфункция паращитовидных желез – гиперпаратиреоз. Избыток паратгормона увеличивает дифференциацию стволовых клеток в остеокласты, а также увеличивает активность каждого остеокласта; тормозит дифференциацию остеокластов в остеобласты и тем самым снижает количество последних и, наконец, снижает активность каждого остеобласта. В результате костная ткань теряет кальций. Костная ткань заменяется фиброзной, становится мягкой – возникает фиброзная остеодистрофия. Количество кальция в крови при этом повышается, концентрация неорганического

фосфора снижается. Этому способствует и усиленное всасывание кальция в кишечнике и реабсорбция в почках. В почках происходит обызвествление клеток канальцевого эпителия и выпадение фосфорнокислых и углекислых солей кальция в просвете канальцев. Иногда это является основой для образования камней в мочевом тракте. В какой-то мере подобные явления могут возникать и при избытке в организме витамина D, который в больших дозах имитирует эффекты паратормона.

К основным причинам относятся гиперпаратиреоз, токсичность витамина D, рак. К клиническим проявлениям относятся полиурия, запор, мышечная слабость, нарушение сознания, кома. Диагностика основана на определении уровня ионизированного кальция в плазме и уровня паратиреоидного гормона.

Причины и механизмы повышения сывороточного кальция [8]

Повышенная костная резорбция

- Гиперпаратиреоз – первичный, паратиреоидная карцинома, вторичный гиперпаратиреоз.
- Локальные метастазы [6, 17, 18].
- Гуморальная гиперкальциемия при злокачественных новообразованиях [6, 17].
- Тиреотоксикоз.
- Феохромоцитома – гиперкальциемия обусловлена снижением ОЦК, гемоконцентрацией и избыточной секрецией ПТГ, вызванной катехоламинами. Иногда опухоль секретирует ПТГ-подобные пептиды.
- Гипервитаминоз А (> 50 000 ЕД/день).
- Иммобилизация особенно у молодых, растущих пациентов, при ортопедической фиксации, при болезни Педжета; также у пожилых пациентов с остеопорозом, параплегиями и квадриплегиями.

Повышенная почечная резорбция или сниженная секреция

- Молочно-щелочной синдром.
- Рабдомиолиз.
- Тиазидные диуретики повышают реабсорбцию Ca^{2+} в дистальных канальцах.
- Семейная гипокальциурическая гиперкальциемия [10].
- Деформирующий остит [7].
- Почечная недостаточность.

Повышенное всасывание в кишечнике

- Гипервитаминоз D (обычно > 50 000 ЕД/нед).
- Бериллиоз [24].
- Кандидоз.

- Кокцидиоидомикоз.
- Эозинофильная гранулема.
- Гистоплазмоз.
- Саркоидоз и другие гранулематозные заболевания.
- Силиконовые имплантаты.
- Туберкулез.
- Воспалительные нарушения.
- СПИД.
- Лимфомы.
- Введение значительных количеств растворов солей кальция при реанимационных мероприятиях.

Неустановленные причины

- ВИПома.
- Болезнь Аддисона.
- Парентеральное питание.
- Теофиллин.
- Лития карбонат.
- Эстрогены и антиэстрогены.

Гиперкальциемия выявляется у 15–20% больных тиреотоксикозом [9]. Она вызвана усилением резорбции кости под влиянием избытка Т4. Диагноз несложен, если нет сопутствующих заболеваний (например, первичного гиперпаратиреоза). Гиперкальциемия обычно умеренная, что объясняют компенсаторным усилением экскреции кальция и торможением его всасывания в кишечнике. Уровни ПТГ и $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ в сыворотке снижены.

Основное заболевание лечат антитиреоидными средствами либо хирургическим путём. При тяжёлой гиперкальциемии назначают бета-адреноблокаторы, например пропранолол, по 20–40 мг внутрь 4 раза в сутки. Бета-адреноблокаторы позволяют устранить гиперкальциемию до получения эффекта от лечения антитиреоидными средствами.

Первичный гиперпаратиреоз [23] является генерализованным нарушением, развивающимся в результате избыточной секреции паратиреоидного гормона (ПТГ) одной или более паращитовидными железами. Вероятно, является наиболее частой причиной гиперкальциемии. Частота увеличивается с возрастом и выше у женщин в постменопаузе. Также наблюдается с высокой частотой через 3 и более декады после облучения области шеи. Существуют семейные и спорадические формы. Семейные формы с аденомами паращитовидных желез наблюдаются у пациентов с другими эндокринными опухолями. Первичный гиперпаратиреоз вызывает гипофосфатемия и повышенную резорбцию кости. Хотя часто наблюдается бессимптомная гиперкальциемия, также распространен нефролитиаз,

особенно при развитии гиперкальциурии вследствие длительной гиперкальциемии. У пациентов с первичным гиперпаратиреозом в 90 % случаев гистологическое исследование выявляет аденому паращитовидной железы, хотя иногда трудно дифференцировать аденому от нормальной железы. Около 7 % случаев связаны с гиперплазией двух и более желез. Рак паращитовидной железы определяется в 3 % случаев.

Синдром семейной гипокальциурической гиперкальциемии (СГГ) [24] является аутосомно-доминантным. В большинстве случаев происходит инактивирующая мутация гена, кодирующего кальций-чувствительный рецептор, что приводит к необходимости высокого уровня кальция плазмы для ингибирования секреции ПТГ. Секреция ПТГ стимулирует экскрецию фосфатов. Наблюдается персистирующая гиперкальциемия (обычно бессимптомная), часто с раннего возраста; нормальные или слегка повышенные уровни ПТГ; гипокальциурия; гипермагниемия. Почечная функция в норме, нефролитиаз не характерен. Однако иногда развивается тяжелый панкреатит. Данный синдром, ассоциированный с гиперплазией паращитовидной железы, не излечивается при субтотальной паратиреоидэктомии [10].

Вторичный гиперпаратиреоз наблюдается, когда длительная гиперкальциемия, вызванная такими состояниями, как почечная недостаточность или синдром кишечной мальабсорбции, стимулирует повышенную секрецию ПТГ. Наблюдается гиперкальциемия или реже нормокальциемия. Чувствительность паращитовидных желез к кальцию может быть снижена из-за железистой гиперплазии и повышения установочной точки (т. е. количество кальция, необходимое для снижения секреции ПТГ).

Под третичным гиперпаратиреозом подразумеваются состояния, когда секреция ПТГ приобретает автономный характер. Обычно наблюдается у пациентов с длительным вторичным гиперпаратиреозом, например у пациентов с конечной стадией заболевания почек, длящейся несколько лет.

Рак является частой причиной гиперкальциемии [6, 17, 24]. Хотя существует несколько механизмов, повышение уровня кальция плазмы в основном происходит в результате резорбции кости. Гуморальная раковая гиперкальциемия (т. е. гиперкальциемия без или с минимальными костными метастазами) наблюдается чаще при плоскоклеточной аденоме, почечно-клеточной аденоме, раке груди, простаты, яичников. Ранее многие случаи гуморальной раковой гиперкальциемии связывали с эктопической продукцией ПТГ. Однако некоторые из этих опухолей секретируют ПТГ-родственный пептид, который связывается с рецепторами ПТГ в костях и почках и мимикрирует многие эффекты гормона, включая резорбцию кости. Гематологические злокачественные новообразования, чаще всего миелома [19], но также некоторые лимфомы и лимфосаркомы вы-

зывают гиперкальциемию путем выброса группы цитокинов, стимулирующих резорбцию кости остеокластами, что приводит к очагам остеолитического повреждения и/или диффузной остеопении. Гиперкальциемия может развиваться в результате локального выброса остеокластактивирующих цитокинов или простагландинов и/или прямой реабсорбции кости клетками метастатических опухолей.

Высокие уровни эндогенного кальцитриола также являются вероятной причиной гиперкальциемии. Хотя у пациентов с солидными опухолями концентрация в плазме обычно низкая, у пациентов с лимфомами иногда наблюдаются повышенные уровни. Экзогенный витамин D в фармакологических дозах вызывает повышенную резорбцию кости, а также повышенную кишечную абсорбцию кальция, приводя к гиперкальциемии и гиперкальциурии.

Гранулематозные заболевания, такие как саркоидоз, туберкулез, лепра, бериллиоз, гистоплазмоз, кокцидиоидомикоз, приводят к гиперкальциемии и гиперкальциурии. При саркоидозе гиперкальциемии и гиперкальциурии развиваются в результате нерегулируемого превращения неактивной формы витамина D в активную, вероятно, вследствие экспрессии фермента 1 агидроксилазы в мононуклеарных клетках саркоидных гранулем. Схожим образом у пациентов с туберкулезом и силикозом отмечались повышенные уровни кальцитриола. Также должны существовать другие механизмы развития гиперкальциемии, так как у пациентов с гиперкальциемией и лепрой наблюдается снижение уровня кальцитриола.

Иммобилизация, особенно длительный постельный режим у пациентов с факторами риска, может приводить к гиперкальциемии вследствие ускоренной резорбции кости. Гиперкальциемия развивается в течение дней или недель от начала постельного режима. У пациентов с болезнью Педжета наиболее высок риск гиперкальциемии при постельном режиме [7].

Идиопатическая гиперкальциемия новорожденных является чрезвычайно редким спорадическим нарушением с дисморфическими чертами лица, сердечно-сосудистыми аномалиями, почечнососудистой гипертензией и гиперкальциемией. Метаболизм ПТГ и витамина D в норме, но реакция кальцитонина на введение кальция может быть аномальной.

При молочно-щелочном синдроме происходит избыточное потребление кальция и щелочей, обычно при самолечении антацидами карбоната кальция по поводу диспепсии или для предотвращения остеопороза. Развивается гиперкальциемия, метаболический алкалоз и почечная недостаточность. Наличие эффективных препаратов для лечения пептической язвенной болезни и остеопороза значительно снизило частоту данного синдрома.

Симптомы гиперкальциемии [9]

При легком течении гиперкальциемия у многих пациентов протекает бессимптомно. Состояние часто выявляется при рутинном лабораторном исследовании. К клиническим симптомам гиперкальциемии относятся:

- отсутствие аппетита, тошнота, рвота, боли в животе (развивается язва желудка и 12-перстной кишки, панкреатит), запоры;
- нарушение концентрационной функции почек приводит к полиурии, никтурии, полидипсии, дегидратации и почечной недостаточности;
- нефрокальциноз, почечные конкременты, кальциноз сосудов, роговицы;
- усиление жажды;
- утомляемость, эмоциональная лабильность, снижение массы тела, мышечная слабость;
- ухудшение координации движений;
- кожный зуд;
- изменения личности, ухудшение концентрации внимания, сонливость, парестезии, галлюцинации, спутанность сознания вплоть до ступора и комы;
- повышение артериального давления;
- электрокардиографически отмечается укорочение интервала QT за счет сегмента ST с присоединением в дальнейшем предсердной тахикардии или политопной желудочковой экстрасистолии;
- повышение в крови уровня как ионизированного ($>1,4$ ммоль/л или >55 мг/л), так и общего сывороточного кальция ($>2,6$ ммоль/л или >105 мг/л);
- гиперкальциемия более 18 мг/дл (более 4,5 ммоль/л) может вызвать шок, почечную недостаточность и смерть.

Острой гиперкальциемии свойственны слабость, полидипсия, полиурия, тошнота, рвота, повышение артериального давления, сменяющееся при развитии дегидратации гипотонией и далее коллапсом, заторможенность и ступор.

При хронической гиперкальциемии неврологическая симптоматика выражена не так резко. Полиурия и как следствие полидипсия развиваются из-за снижения концентрационной способности почек вследствие нарушения активного транспорта натрия, протекающего при участии Na-K-АТФазы, из восходящего колена петли нефрона в интерстиций и вымывания натрия из медуллы, в результате чего снижается кортико-медулярный градиент натрия и нарушается реабсорбция осмотически свободной воды. Одновременно снижается проницаемость дистальных канальцев и собирательных трубочек для воды. Уменьшение объема внеклеточной

жидкости усиливает реабсорбцию бикарбоната и способствует развитию метаболического алкалоза, а повышение секреции и экскреции калия – гипокалиемии.

В хронических случаях наблюдается:

- изменение походки;
- повышенная световая чувствительность глаз и кожи;
- кожные высыпания;
- нарушения памяти, депрессия, паранойя;
- боли в костях, возможны переломы;
- почечная колика при присоединении почечно-каменной болезни;
- при гиперпаратиреозе выявляется повышение содержания паратгормона;
- рентгенологически могут обнаруживаться признаки остеопороза и камней в почках.

Диагностика гиперкальциемии

Гиперкальциемия – диагностика основана на определении уровня общего кальция плазмы более 10,4 мг/дл (более 2,6 ммоль/л) или уровня ионизированного кальция плазмы более 5,2 мг/дл (более 1,3 ммоль/л).

Причина очевидна из анамнеза и клинических данных у более чем 95 % пациентов. Необходимы тщательный сбор анамнеза, особенно оценка предшествующих концентраций кальция в плазме; физикальное обследование; рентгенограмма органов грудной клетки; лабораторные исследования, включающие определение электролитов, азота мочевины крови, креатинина, ионизированного кальция фосфатов, щелочной фосфатазы и иммуноэлектрофорез белков сыворотки. У пациентов без наличия очевидной причины гиперкальциемии необходимо определение интактного ПТГ и мочевого кальция.

Если нет очевидных причин, уровни кальция плазмы менее 11 мг/дл (менее 2,75 ммоль/л) – это свидетельствует о гиперпаратиреозе или других незлокачественных причинах, в то время как уровни более 13 мг/дл (более 3,25 ммоль/л) предполагают рак.

Рентгенограмма органов грудной клетки является особенно полезной, так как выявляет большинство гранулематозных заболеваний, таких как туберкулез, саркоидоз, силикоз, а также первичный рак легких, очаги лизиса и поражения костей плеча, ребер и грудной части позвоночника.

Рентгенологическое исследование также может выявлять влияние вторичного гиперпаратиреоза на кость, чаще у пациентов, длительно находящихся на диализе. При генерализованной фиброзной остеодистрофии (часто вследствие первичного гиперпаратиреоза) повышенная активность остеокластов вызывает разрежение кости с фиброзной дегенерацией и об-

разованием кистозных и фиброзных узлов. Так как характерные поражения кости наблюдаются только при прогрессирующем заболевании, применение рентгенологического исследования не рекомендуется у бессимптомных пациентов. Рентгенологическое исследование обычно показывает кисты костей, гетерогенный вид черепа, субпериостальную резорбцию кости в фалангах и дистальных концах ключиц.

При гиперпаратиреозе уровень кальция плазмы редко больше 12 мг/дл (больше 3,0 ммоль/л), но уровень ионизированного кальция плазмы практически всегда повышен. Низкий уровень фосфатов плазмы предполагает гиперпаратиреоз, особенно в сочетании с повышенной экскрецией фосфатов. Когда гиперпаратиреоз приводит к изменению структуры кости, уровень щелочной фосфатазы плазмы часто повышен. Повышенный уровень интактного ПТГ, особенно неадекватный подъем (т. Е. при отсутствии гипокальциемии), является диагностическим. При отсутствии семейного анамнеза эндокринной неоплазии, облучения области шеи или другой очевидной причины предполагается первичный гиперпаратиреоз. Хронические заболевания почек предполагают наличие вторичного гиперпаратиреоза, но также может существовать и первичный гиперпаратиреоз. У пациентов с хроническими заболеваниями почек высокие уровни кальция в плазме и нормальные уровни фосфатов предполагают первичный гиперпаратиреоз, в то время как повышение уровня фосфатов – вторичный гиперпаратиреоз.

Необходимость локализации паразитовидной ткани перед оперативным вмешательством на паразитовидных железах является спорной. КТ исследования с или без биопсии, МРТ, УЗИ, цифровая ангиография, сканирование с таллием 201 и технецием 99 применялись для данной цели и были высокоточными, но не улучшили обычно высокий уровень эффективности паратиреоидэктомий, выполненных опытными хирургами. Для определения солитарных аденом может применяться технеций 99 сестамиби, обладающий большей чувствительностью и специфичностью.

При резидуальном или рецидивирующем гиперпаратиреозе после оперативного вмешательства на железе необходима визуализация, которая может выявить аномально функционирующие паразитовидные железы в нетипичных местах шеи и средостения. Применение технеция 99 сестамиби является самым чувствительным методом визуализации. Перед повторной паратиреоидэктомией иногда необходимо проведение нескольких визуализаций (МРТ, КТ, УЗИ в дополнение к технецию-99 сестамиби).

Концентрация в плазме кальция более 12 мг/дл (более 3 ммоль/л) предполагает опухоли или другие причины, но не гиперпаратиреоз. При гуморальной раковой гиперкальциемии уровень ПТГ обычно снижен

или не определяется; уровень фосфатов часто снижен; наблюдаются метаболический алкалоз, гипохлоремия и гипоальбуминемия. Подавление ПТГ дифференцирует данное состояние от первичного гиперпаратиреоза. Гуморальная гиперкальциемия карциномы может быть диагностирована путем обнаружения ПТГсвязанного пептида в плазме крови.

Анемия, азотемия и гиперкальциемия предполагают миелому. Диагноз миеломы подтверждается при исследовании костного мозга или при наличии моноклональной гаммопатии.

При подозрении на болезнь Педжета необходимо начинать исследования с рентгенографии.

Семейная гипокальциурическая гиперкальциемия (СГГ), терапия диуретиками, почечная недостаточность, молочно-щелочной синдром могут вызывать гиперкальциемию без гиперкальциурии. СГГ дифференцируется от первичного гиперпаратиреоза по раннему началу, частой гипермагниемии, наличию гиперкальциемии без гиперкальциурии у многих членов семьи. Фракционная экскреция кальция (отношение клиренса кальция к клиренсу креатинина) низкая (менее 1 %) при СГГ; при первичном гиперпаратиреозе почти всегда повышена (1-4 %). Интактный ПТГ может быть повышен или в пределах нормы, вероятно, отражая изменения обратной регуляции функции паращитовидных желез.

Молочно-щелочной синдром определяется при анамнезе повышенного потребления антацидов кальция, а также при выявлении сочетания гиперкальциемии, метаболического алкалоза и иногда азотемии с гипокальциурией. Диагноз подтверждается, если уровень кальция быстро возвращается к норме при прекращении приема кальция и щелочей, но почечная недостаточность может персистировать при наличии нефрокальциноза. Циркулирующий ПТГ обычно снижен.

При гиперкальциемии, вызванной саркоидозом и другими гранулематозными заболеваниями, а также лимфомами, уровни кальцитриола в плазме могут быть повышены. Токсичность витамина D также характеризуется повышением уровня кальцитриола. При других эндокринных причинах гиперкальциемии, таких как тиреотоксикоз и болезнь Аддисона, типичные лабораторные результаты при данных нарушениях способствуют постановке диагноза.

Лечение гиперкальциемии [16]

Для снижения концентрации кальция в плазме существуют 4 основные стратегии: снижение кишечной абсорбции кальция, увеличение экскреции кальция с мочой, снижение резорбции кости и удаление избытка кальция при помощи диализа. Применяемое лечение зависит от причины и степени гиперкальциемии.

Механизм действия препаратов для лечения гиперкальциемии [8,9]

Препарат	Механизм действия
Физиологический раствор	Разведение кальция в сыворотке путем увеличения объема. Увеличение выведения мочи
Фуросемид	Нарушает реабсорбцию кальция в петле Генле и стимулирует выделение мочи
Кальцитонин	Связывается с рецепторами на остеокластах, подавляя остеокластическую активность. Основной эффект – снижение костной резорбции. Также снижает почечную реабсорбцию
Глюкокортикоиды	Механизм не совсем ясен. Есть основания предполагать антагонизм с витамином D, в связи с чем снижают всасывание и реабсорбцию. В случае опухоли могут обладать туморолитическим действием и снижать продукцию факторов, активирующих остеокласты и витамина D
Бифосфонаты	Нарушают дифференцировку остеокластов, созревание, подвижность, прикрепление (к костной поверхности – <i>прим. ред.</i>). Встраиваются в костный матрикс, вызывая резистентность матрикса к гидролизу. Итоговым эффектом является снижение костной резорбции
Пликамицин	Ингибирует синтез РНК и является цитотоксичным по отношению к остеокластам, тем самым снижая костную резорбцию
Нитрат галлия	Абсорбирует и снижает растворимость кристаллов гидроксиапатита, снижая костную резорбцию
Фосфор	Нарушает остеокластическую костную резорбцию и почечный синтез 1,25-D. Снижает всасывание в кишечнике. Увеличивает значение показателя кальций х фосфор и преципитирует с кальцием в кости, кровеносные сосуды и мягкие ткани
ЭДТА	Образует хелатные связи с катионами кальция, затем выделяющиеся почками
Диализ	Прямое выведение кальция из крови

Литература

1. Бабичев А.В. Патология водно-электролитного гомеостаза. СПбГПМА. 2003. – 136 с.

2. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (перевод с англ. проф. В.И. Легезы). М.-СПб. 2000, 320 с.
3. Постников А.А. Водно-минеральный обмен. «Триада-фарм». М. 2006, 238 с.
4. Практическая трансфизиология. Под ред. Г.И. Козинца. Практическая медицина, М. 2005, 544 стр.
5. Рагимов А.А., Щербакова Г.Н. Руководство по инфузионно-трансфузионной терапии. «Медицинское информационное агентство» М. 2003, 182 стр.
6. Семенова А.И. Гиперкальциемия и синдром распада опухоли, ПРАКТИЧЕСКАЯ ОНКОЛОГИЯ. Т. 7, № 2 – 2006, 101-7. http://www.rosoncology.ru/library/journals/practical_oncology/arh026/06.pdf.
7. Болезнь Педжета (костей) [деформирующий остеоит]: описание, симптомы и лечение. http://www.rlsnet.ru/mkb_index_id_5824.htm.
8. Гиперкальциемия. <http://aorta.ru/endokrinologue/12.shtml>.
9. Гиперкальциемия. Симптомы, лечение. http://ilive.com.ua/health/giperkalciemiya_79396i15952.html.
10. Гиперпаратиреоз. <http://medprep.info/ail/pathography/1039>.
11. Гипокальциемия. <http://www.sweli.ru/zdorove/meditsina/revmatologiya/gipokaltsiemiya-simptomy-lechenie-prichiny.html>
12. Гипокальциемия – причины, симптомы, лечение гипокальциемии <https://medportal.ru/gipokalciemiya-prichiny-simptomy-lechenie-gipokalciemii/>
13. Гипокальциемия, симптомы, лечение, причины. <http://www.sweli.ru/zdorove/meditsina/revmatologiya/gipokaltsiemiya-simptomy-lechenie-prichiny.html>.
14. Кальций. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=20>.
15. Кортикостероиды. <http://www.no-aging.ru/kortikosteroidy>.
16. Лечение гипокальциемии. <http://www.rosmedzdrav.ru/xgastro/gastro-0340.shtml>.
17. Лечение гиперкальциемии. <http://www.rosmedzdrav.ru/xgastro/gastro-0344.shtml>.
18. Метастатический рак простаты – метастазы в костную ткань.
19. <http://ichilov.net/prostatecancer/Metastaticprostatecancermetastasisstobone/>
20. Миеломная болезнь. <http://vlanamed.com/mielomnaya-bolezn/>
21. Нарушение обмена кальция. http://vmede.org/sait/?id=msprav_Biohimija&menu=msprav_Biohimija&page=11.
22. Псевдогипопаратиреоз. http://www.krasotaimedicina.ru/diseases/zabolevanija_endocrinology/pseudohypoparathyreosis.

23. Гормональная регуляция обмена кальция. <http://www.studfiles.ru/preview/4311182/page:7/>
24. Содержание кальция в продуктах питания. http://legscorrection.ru/plastic/health_1.php.
25. Частные вопросы гиперкальциемий.
26. <http://osteomed.su/?p=138>.

1.1.6. Фосфор

Фосфор (Phosphorus), P, химический элемент V группы периодической системы Менделеева, атомный номер 15, атомная масса 30,97376, неметалл [6].

Содержание фосфора в земной коре составляет почти 0,1% от ее массы. В морской воде средняя концентрация фосфора составляет 0,07 мг/л [9].

Это очень химически активный элемент, поэтому в природе в свободном состоянии не встречается. Он входит в состав довольно большого количества минералов (около 200), самыми распространенными из которых являются апатит и фосфорит.

Фосфор был открыт в 1669 г. Гамбургским алхимиком Хенningом Брандом (нем. Hennig Brand или Хенниг Брандт, нем. Hennig Brandt, 1630–1710 гг.), который, как ему и было положено по статусу, искал философский камень, а получил необычное светящееся вещество. Кстати, предметом его химических манипуляций была человеческая моча, поскольку экспериментатор думал, будто ее желтый цвет обусловлен содержащимся в ней золотом. Кстати, со времен античности это было первое открытие химического элемента, хотя существует мнение, что арабы научились добывать чистый фосфор еще в XII веке. Несмотря на все эти открытия, только французскому химику Лавуазье (фр. Antoine Laurent de Lavoisier; 1743–1794) удалось установить, что фосфор – это простое вещество, а не химическое соединение. В последующем естествоиспытатели открыли еще немало удивительных свойств этого экстравагантного элемента [9].

В частности, было установлено, что фосфор существует в нескольких аллотропических модификациях, некоторые из которых до сих пор не изучены. При определенных условиях фосфор становится самым настоящим металлом. Лучше всего исследованы такие модификации фосфора, как белый, красный, черный и металлический. Белый фосфор является самой неустойчивой модификацией и при нормальных условиях превращается в красный. Наиболее химически активен белый фосфор, наименее – черный. Красный фосфор по химической активности занимает между белым и черным промежуточное положение, Его мы знаем постольку, поскольку

он легко воспламеняется при ударе или трении, поэтому широко используется в производстве самых обычных спичек (терочная поверхность спичечных коробков – «чиркаш»).

Белый фосфор горит даже в воде, он очень ядовит (смертельная разовая доза для взрослого человека 0,05-0,15 г, то есть по токсичности он не уступает цианисту калию). При хроническом отравлении белым фосфором поражается костная ткань, что может привести, например, к омертвлению челюстей. В руки его брать категорически нельзя, поскольку при соприкосновении с кожей он сразу же воспламеняется, оставляя очень сильные ожоги.

Основная масса производимого Фосфора перерабатывается в фосфорную кислоту и получаемые на ее основе фосфорные удобрения и технические соли (фосфаты).

Белый Фосфор используется в зажигательных и дымовых снарядах, бомбах; красный Фосфор – в спичечном производстве. Фосфор применяется в производстве сплавов цветных металлов как раскислитель. Введение до 1% Фосфор увеличивает жаропрочность таких сплавов, как фехраль, хромаль. Фосфор входит в состав некоторых бронз, так как повышает их жидкотекучесть и стойкость против истирания. Фосфиды металлов, а также некоторых неметаллов (В, Si, As и т. п.) используются при получении и легировании полупроводниковых материалов. Частично Фосфор применяется для получения хлоридов и сульфидов, которые служат исходными веществами для производства фосфорсодержащих пластификаторов (например, трикрезилфосфат, трибутилфосфат и других), медикаментов, фосфорорганических пестицидов, а также применяются в качестве добавок в смазочные вещества и в горючее [6].

Роль фосфора в организме человека

Фосфор является органогеном, и в знакомых нам формах жизнь на Земле без него была бы невозможна. Это легко понять, если знать, что фосфор является составным элементом ДНК – основного носителя генетической информации о живых организмах. Без ДНК размножение известных форм жизни невозможно. Поэтому фосфор содержится во всех живых существах. В растениях он в той или концентрации присутствует почти везде, правда, в плодах и семенах его больше. Что касается животных, то там его также можно обнаружить во всех частях организма.

Наряду с кальцием фосфор выполняет в организме разнообразные функции – от вхождения в состав скелета до участия в накоплении и преобразовании энергии. Играя важную роль в работе нервной и мышечных систем, обмене кальция, белков, жиров и углеводов, фосфор также влияет на осмолярность и кислотно-щелочное состояние внутриклеточной жид-

кости. В составе аденозинтрифосфата (АТФ) фосфор выполняет роль универсального носителя энергии, а в 2,3-дифосфоглицерате (ДФГ) способствует доставке тканям кислорода. Основная часть фосфора в организме человека сконцентрирована в костях (как и у всех других позвоночных). В зубной эмали фосфор присутствует в составе фторапатита. Вот почему при нехватке фосфора в первую очередь развиваются заболевания костей и зубов.

В организме человека около 800 г фосфора, который преимущественно входит в состав фосфата (PO_4^{3-}). Большая часть фосфора или 85% его общего количества в виде фосфата кальция находится в костях и зубах. Значительная доля фосфора – 14% входит в состав клеток, поскольку фосфат является основным внутриклеточным анионом с концентрацией 55 ммоль/л. Во внеклеточной жидкости содержание фосфата составляет всего 1 ммоль/л, значит в этом водном секторе находится менее 0,1% общего количества.

Содержание фосфора в крови регулируется парагормоном, который повышает всасывание фосфора из кишечника, увеличивает мобилизацию фосфата из костной ткани и приводит вместе с тем к нарастанию выделения фосфатов через почки.

Основной химической лабораторией по превращению соединений фосфора в организме человека является печень.

Суточная норма фосфора для детей [7]

- 0-1 мес. – 120 мг;
- 1-6 мес. – 400 мг;
- 7-12 мес. – 500 мг;
- 1-3 лет – 800 мг;
- 4-7 лет – 1450 мг.

При грудном вскармливании потребность детского организма в фосфоре полностью удовлетворяется за счёт молока матери.

Суточная норма фосфора для женщин

- Для взрослых – 1-2 г;
- Для беременных и кормящих – 3-3,8 г.

Суточная норма фосфора для мужчин

- Для взрослых – 1-2 г.

При тяжёлых физических нагрузках потребность в элементе возрастает в 1,5-2 раза.

В организме взрослого человека содержится 500-750 г фосфора. Содержание органических соединений фосфора в крови человека меняется в значительных пределах. Однако количество неорганического фосфора более или менее постоянно.

Рекомендуются следующие цифры (в ммоль/л) [2]

- Для подростков старше 12 лет и взрослых до 60 лет – 0,87-1,45.
- Для женщин старше 60 лет – 0,90-1,32,
- Для мужчин старше 60 лет – 0,74-1,2.
- Для самых маленьких детей до 2 лет фосфора нужно больше всего: 1,45-2,16.
- От 2 до 12 лет – чуть меньше, но тоже много: 1,45-1,78.

Увеличивается содержание неорганического фосфора при молочной диете, а также при ряде заболеваний почек, при переломах в стадии заживления. Сахарном диабете, акромегалии, Аддисоновой болезни и др.; уменьшается концентрация неорганического фосфора в сыворотке крови при повышении функции паращитовидных желез и ряде других заболеваний. При голодании организм расходует фосфор, содержащийся в тканях, поэтому концентрация его в крови не меняется, и лишь при потере 40% общего количества содержание его в крови уменьшается на 10% [5].

Находясь в составе фосфолипидов и фосфопротеинов, фосфор играет важнейшую роль в построении клеточных мембран.

Фосфор входит в состав молекулы АТФ (аденозинтрифосфата), который необходим клеткам для преобразования белков, жиров и углеводов в энергию. Не случайно АТФ называют аккумулятором энергии. Кстати, ежедневно в организме человека синтезируется около 60 кг АТФ! Но это вовсе не означает, что наш организм всегда содержит такое огромное количество этого соединения. Дело в том, что АТФ постоянно (и очень быстро) превращается в АДФ (аденозиндифосфат), и наоборот.

В нервной системе человека фосфор также играет ключевую роль, поскольку его соединения принимают непосредственное участие в передаче нервного импульса..

Фосфор активирует очень многие ферменты нашего организма, а также витамин D и витамины группы B.

Он участвует в поддержании кислотно-щелочного баланса организма, улучшает усвоение глюкозы и многих других необходимых и полезных для организма веществ.

Таким образом, значение фосфора для организма человека можно свести к следующему:

- обеспечение роста и восстановления организма;
- обеспечение энергетического обмена;

- участие в метаболизме и продуцирование углеводов и белков.
- входит в состав костей;
- без него невозможно существование ДНК – основного генетического строительного материала;
- координация кислотно-щелочного баланса;
- активация ферментных реакций;
- передача нервного импульса.

Источники фосфора для организма человека

Фосфор – легкоусвояемый элемент. Примерно 70% поступающего с пищей фосфора вовлекается в обмен веществ, причем фосфор, входящий в состав рыбы и морепродуктов, усваивается почти на 100%.

Таблица 3. Содержание фосфора в продуктах [1, 3, 10]

Продукты	Фосфор в мг на 100 г продукта	Продукты	Фосфор в мг на 100 г продукта
Подберезовики сушеные	1750	Рисовые отруби	1677
Дрожжи сухие	1290	Отруби пшеничные	1200
Тыквенные семечки	1150	Сухой яичный желток	1047
Семечки кабачка	1145	Пророщенная пшеница	1120
Сыр плавленый	1030	Сухое молоко	968
Дрожжи	950	Мак	903
Водоросль спирулина	894,2	Семечки подсолнуха	840
Кедровое масло	840	Семена рапса	840
Соус горчица зернистая	828	Чай черный байховый	825
Зелёный чай	824	Горчичный порошок	797
Яичный порошок	795	Арбузные семечки	755
Напиток какао	734	Овсяные отруби	734
Кунжут	720	Бразильские орехи	700
Сыр пармезан	694	Сыр советский	680
Какао-порошок	655	Кедровые орехи	650
Сыр швейцарский	650	Сушеные соевые бобы	550

Сыр Российский	540	Миндаль	540
Фасоль сушёная	540	Сардины в масле	520
Рыба в среднем	500	Сыр Костромской	500
Желток яичный	500	Икра чёрная	490
Фасоль	480	Печеночный паштет	450
Запеченный лосось	430	Почки свиные	430
Арахис	410	Камбала	400
Печень телячья	380	Грецкие орехи	380
Овсянка	380	Орехи кешью	370
Горох сушёный	370	Почки бараньи	350
Шпроты в масле	350	Арахис	350
Овсяные хлопья	330	Рис	330
Крупа перловая	320	Куриные грудки	310
Крупа гречневая	295	Фундук	290
Мясо в среднем	250	Творог	220
Хлеб в среднем	200	Чеснок	200
Говядина	150	Баранина	150
Горошек зелёный	120	Сладкая кукуруза	110
Изюм	100	Макаронные изделия	90
Молоко	90	Грибы белые	90
Брюссельская капуста	80	Сушеный чернослив	80
Финики	65	Петрушка	60
Цветная капуста	55	Картофель с кожурой	55
Капуста морская	55	Капуста цветная	55
Шпинат	50	Тыква	45
Морковь	36	Персик	35
Чёрная смородина	35	Лук	35
Капуста белокачанная	35	Красная капуста	35
Свекла	34	Вишня	30
Редиска	30	Сельдерей	28
Огурцы	27	Бананы	26
Помидоры	26	Хурма	25

Земляника	25	Баклажаны	25
Лимон	25	Лук зелёный	25
Малина	23	Апельсины	20
Виноград	20	Сливочное масло	20
Шиповник сушёный	20	Груша	16
Яблоки	10	Мёд	6

Препараты фосфора [4]

В некоторых случаях, когда с помощью пищи восполнить запасы фосфора в организме не удастся, имеет смысл применение фосфорсодержащих препаратов. Они в малых дозах усиливают рост и развитие костей, стимулируют кроветворные функции, тормозят окислительные процессы в организме.

Наиболее известными препаратами фосфора являются:

- фосфрен,
- лецитин,
- кальция глицерофосфат,
- фитин,
- гефефитин,
- фосфор радиоактивный (P32),
- натрия фосфат,
- фитоферролактол.

Данные препараты применяют при упадке сил, переутомлении, отсутствии аппетита, невращении, истощении нервной системы, вторичном малокровии, рахите.

Лучше всего человеческим организмом фосфор усваивается при сочетании его соединений с веществами, содержащими кальций (оптимальное соотношение P:Ca – 3:2).

При употреблении продуктов из фосфора нужно знать меру, поскольку его избыток можно привести к довольно неприятным последствиям.

Недостаток фосфора в организме человека

Снижение уровня фосфора (сывороточный фосфор менее 0,6 ммоль/л или 20 мг/л) – явление достаточно редкое. Оно обнаруживается при состояниях, связанных с нарастанием потерь фосфора или со снижением его всасывания через кишечник, переходом фосфора в клетки или повышенным его потреблением при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками

Необходимо отметить, что полное голодание меньше отражается на содержании неорганического фосфора в крови, чем частичное, когда соотношение между фосфором, кальцием и магнием резко нарушается, что приводит к усиленному выведению фосфора из организма. Обеспеченность организма фосфором определяется не только абсолютным содержанием его в пище, но и его соотношением с другими компонентами пищи. Например, соотношение фосфора и белка в пище должно составлять по меньшей мере 1:40 [5].

Типичными причинами недостатка фосфора в организме человека являются [7]:

- рвота, диарея, синдром пониженного всасывания из кишечника;
- перемещение фосфора в клетки при пищевой нагрузке углеводами или дыхательном ацидозе;
- повышенное потребление фосфора после белкового голодания или при заживлении ран и ожоговых поверхностей;
- возрастание потерь фосфатов через почки при лечении тиазидными диуретиками, при гипомagneмией, гипокалиемией, гиперпаратиреозе, алкоголизме и диабетическом кетоацидозе недостаточное поступление с пищей;
- вскармливание грудного ребенка искусственными смесями;
- повышенная потребность в силу высоких физических нагрузок, фазы роста организма, беременность и кормление грудью;
- голодание;
- избыточное поступление в организм соединений магния, алюминия, кальция и бария (ионы этих металлов образуют с фосфором нерастворимые соединения, поэтому выводят фосфор из обмена веществ);
- чрезмерное потребление газированных напитков (последствия сродни предыдущим);
- пищевые отравления, наркозависимость, алкоголизм.
- продолжительные хронические болезни;
- болезни почек.

Также установлено. Что у тучных людей может развиваться недостаток фосфора из-за того, что жировая ткань как бы отбирает соединения фосфора из соединительной ткани (костей), а также из внутренних органов (особенно страдает при этом печень и головной мозг). Именно по этой причине тучные люди страдают ожирением печени, апатией и сонливостью, легко впадают в депрессию, имеют нарушения в работе опорно-двигательного аппарата.

У детей-искусственников также может возникнуть нехватка фосфора.

Симптомы нехватки фосфора:

- снижение внимания, слабость, быстрая утомляемость;
- истощение, отсутствие аппетита, слабость и ощущение разбитости;
- онемение и покалывание кончиков пальцев, мышечные, костные и сердечные боли;
- в запущенных случаях (сывороточный фосфор ниже 10 мг/л) может возникнуть спутанность сознания, судороги, коматозное состояние, вплоть до полной остановки кровообращения
- ослабление иммунитета, в особенности к простудным заболеваниям;
- ожирение печени;
- дистрофические изменения миокарда;
- геморрагические высыпания на коже и поверхности слизистой;
- пародонтоз, рахит;
- психические заболевания.

При осмотре и обследовании у больных обнаруживается снижение силы рукопожатия, затруднения речевого общения из-за слабости дыхательных мышц, повышение частоты дыхания с явлениями дыхательного алкалоза, снижение артериального давления и минутного объема кровообращения.

По лабораторным данным может выявляться сопутствующая гипомagneмия или повышение уровня паратгормона, обусловленное гиперпаратиреозом.

Устранение гипофосфатемии осуществляется увеличением в рационе питания продуктов богатых фосфором

Избыток фосфора

Гиперфосфатемия (фосфор плазмы выше 45 мг/л или 2,6 мэкв/л) чаще всего возникает в случаях невозможности достаточного выделения фосфатов из организма или чрезмерного их поступления. Повышение уровня фосфора наблюдается при следующих состояниях:

- острая и хроническая почечная недостаточность, сопровождающаяся понижением выделения фосфора;
- гиповолемия и гиперпаратиреоз также снижают выделение фосфора почками;
- ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство;
- ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии приводит к большому поступлению фосфатов в кровь;
- избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами.

Избыток фосфора при отравлении им наиболее часто случается у лиц, вынужденных по профессии часто контактировать с ним.

Наиболее ядовит белый фосфор.

Причины избытка фосфора:

- чрезмерное количество поступления фосфора («белковый перекарм»);
- употребление большого количества консервированной продукции, лимонадов;
- продолжительное взаимодействие с фосфорорганическими соединениями;
- нарушения обмена фосфора.

При отравлении фосфором наблюдаются следующие симптомы:

- гипокальциемия;
- гиперрефлексия;
- отсутствие аппетита;
- учащенное сердцебиение;
- тонические судороги;
- отложение малорастворимых фосфатов в тканях;
- поражения пищеварительного тракта и печени;
- декальцинация костей (остеопороз);
- кровоизлияния и кровотечения;
- лейкопения, анемия.
- жжение во рту и желудке;
- слабость;
- головная боль;
- тошнота, рвота;
- желтуха (на 2-3 сутки).

При *хроническом отравлении* белым фосфором возникают:

- нарушение кальциевого обмена;
- поражение сердечно-сосудистой и нервной систем.

Лечение гиперфосфатемии включает:

- коррекцию гиповолемии и ацидоза;
- воздержание от продуктов, пищевых добавок, антацидов и клизм, содержащих значительное количество фосфора, отмена витамина D до нормализации уровня сывороточного фосфора;
- назначение преимущественно кальциевых антацидов (кальция карбонат 1,0 x 3 раза в день) для связывания и удаления фосфора через кишечник;
- при тяжелых случаях проводится гемодиализ.

Красный фосфор почти безвреден, но при хроническом отравлении возможно развитие пневмонии.

Некоторые соединения фосфора настолько ядовиты, что используются как боевые отравляющие вещества (табун, зарин, зоман, V-газы).

Несмотря на это следует отметить, что фосфор в составе органических соединений, попадающих в наш организм вместе с пищей. Совершенно

нетоксичен. Однако чрезмерное поступление в организм даже вполне безобидных соединений фосфора приводит к развитию ряда заболеваний.

Еще совсем недавно дефицит фосфора в организме человека встречался намного чаще, чем его избыток. Однако широкое использование соединений фосфора в пищевой промышленности перевернуло эту статистику с «ног на голову»: теперь медикам намного чаще приходится лечить избыток фосфора, чем его нехватку.

В пищевой промышленности чаще всего используются следующие соединения фосфора:

- ортофосфорная кислота (E338);
- фосфат калия (E340);
- фосфат кальция (E341);
- фосфат аммония (E342);
- фосфат магния (E343).

Именно благодаря этим соединениям не слеживаются и не комкуются такие сыпучие продукты питания, как кофе, какао, сухое молоко и сухие сливки, не кристаллизуется сгущенное молоко, обеспечивается мягкая консистенция плавленых сыров (соли-плавители), увеличивается срок хранения молочных и мясных продуктов. Ими подкисляются безалкогольные напитки, повышается вес и объем колбас и копченостей.

Влияния различные внешние факторы и другие вещества, поступающие с пищей на содержание фосфора и его соединений в нашем организме [8]:

- Алкоголь может выщелачивать фосфор из костей и снижать его общий уровень в организме.
- Антациды (снижают кислотность желудка), содержащие алюминий, кальций или магний, могут связывать фосфаты в кишечнике. При долгосрочном использовании, эти лекарственные препараты могут привести к снижению содержания фосфора в организме человека (гипофосфатемии).
- Противосудорожные препараты могут снизить уровень фосфора и увеличение уровня щелочной фосфатазы, фермента, который помогает удалить фосфат из организма.
- Препараты желчной кислоты снижают уровень холестерина в крови. Они могут уменьшить пероральную абсорбция фосфатов с пищей или добавками. Оральные добавки фосфата должны быть приняты, по крайней мере, за 1 час до или через 4 часа после этих препаратов.
- Кортикостероиды, в том числе повышают уровень фосфора в моче.
- Ингибиторы АПФ (ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента,), используемые для лечения высокого кровяного давления, могут снизить уровень фосфора.

- Циклоспорин, сердечные гликозиды (дигоксин или Lanoxin), гепарины, а также нестероидные противовоспалительные препараты (например, ибупрофен) могут тоже снижать уровень фосфора.

Литература

1. В каких продуктах содержится Фосфор?<http://findfood.ru/component/fosfor/product>
2. ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ ФОСФОРА В КРОВИ.<http://osostavekrovi.ru/sostav/fosfor-v-krovi.html>
3. Продукты, содержащие фосфор.<http://www.sportobzor.ru/diety-pravilnoe-pitanie/produkty-soderzhaschie-fosfor.html>
4. Роль фосфора в организме, фосфорсодержащие продукты и суточная норма этого элемента.<http://mirvitaminov.com/mineraly/vse-mineraly/rol-fosfora-v-organizme-fosforosoderzhashhie-produkty-i-sutochnaya-norma-etogo-elementa.html>
5. Роль фосфора в организме человека.<http://stgetman.narod.ru/fosfor.html>. Фосфор. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=15>
6. Фосфор в организме человека.<http://kakievitaminy.ru/vitaminy-i-mineraly/fosfor>
7. Фосфор в организме человека. <https://seed-life.ru/content/nutrition/food-ingredients/phosphorus.html>
8. Фосфор в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1631-fosfor-v-organizme-cheloveka.html>
9. ФОСФОР В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ суточная потребность и роль в организме.<http://www.ukzdor.ru/fosfor.html>

1.2. Макроэлементы

1.2.1. Калий

Калий (Kalium), К, химический элемент I группы периодической системы Менделеева; атомный номер 19, атомная масса 39,098; серебристо-белый, очень легкий, мягкий и легкоплавкий металл. Некоторые соединения Калия (например, поташ, добывавшийся из древесной золы) были известны уже в древности; однако их не отличали от соединений натрия. Только в 18 веке было показано различие между «растительной щелочью» (поташем K_2CO_3) и «минеральной щелочью» (содой Na_2CO_3). В 1807 году Сэр Гемфри Дэви (или Хэмфри Дэви, англ. Humphry Davy; 1778–1829) электролизом слегка увлажненных твердых едких кали и натра (KOH и NaOH) выделил Калий и натрий и назвал их потассием и содием. В 1809 году Людвиг Вильгельм Гильберт (нем.

Ludwig Wilhelm Gilbert; 1769–1824) предложил название «калий» (от арабского аль-кали – поташ) и «натроний» (от арабского натрун – природная сода); последнее Йёнс Якоб Берцелиус (швед. Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848) в 1811 году изменил на «натрий». Название «потассий» и «содий» сохранились в Великобритании, США, Франции и некоторых других странах. В России эти названия в 1840-х годах были заменены на «калий» и «натрий», принятые в Германии, Австрии и Скандинавских странах. Калий – распространенный элемент: содержание в литосфере 2,50% по массе [14].

Он энергично образует перекиси с кислородом, вступает в реакции с большинством неметаллов, растворим в жидком аммиаке. Будучи внесённым в пламя горелки калий (а также его соединения) окрашивает пламя в характерный розово-фиолетовый цвет.

По причине большой химической активности, калий в природе в свободном состоянии не встречается. Он входит в состав многих минералов, большинство из которых представляют собой нерастворимые в воде алюмосиликаты. Растворимыми калийными минералами являются сульфаты и хлориды калия. Морская вода содержит в среднем 0,06% хлористого калия.

Основное применение металлического Калия – приготовление пероксида Калия, служащего для регенерации кислорода (в подводных лодках и других). Сплавы натрия с 40-90% Калия, сохраняющие жидкое состояние при комнатной температуре, используются в ядерных реакторах как теплоносители, как восстановители в производстве титана и как поглотители кислорода. Сельское хозяйство – главный потребитель солей Калия [14].

Роль калия в организме

Калий является основным внутриклеточным катионом, составляя 0,25% массы тела, следовательно, в организме 70 килограммового мужчины 175 г калия [23].

Суточная норма калия для взрослого человека должна составлять от 2000-4700 мг, что можно достичь при сбалансированном дневном рационе [24].

Суточная норма калия для детей

- 0-6 мес. – 400 мг;
- 7-12 мес. – 700 мг;
- 1-3 лет – 3000 мг;
- 4-8 лет – 3800 мг;
- 9-13 лет – 4500 мг;
- 14-18 лет – 4700 мг.

Суточная норма калия для женщин

- 19 лет и старше – 4700 мг;
- В период беременности – 4700 мг;
- При лактации – 5100 мг.

Суточная норма калия для мужчин

- 19 лет и старше – 4700 мг.

Почти 98% всего калия находится в клетках, где его концентрация в зависимости от вида клеток составляет 75-155 ммоль/л (в эритроцитах – 77-96 ммоль/л). Во внеклеточной жидкости содержится всего 2-2,5 г калия с концентрацией 3,7-5,2 ммоль/л. Таким образом, внутриклеточное содержание калия в 20-40 раз выше, чем во внеклеточной жидкости. В клетках организма калий находится в свободном и связанном с белками, глюкозой, фосфатами и другими соединениями виде; внеклеточная жидкость содержит только 2% от общего его количества, преимущественно в виде ионов, концентрация которых поддерживается в узком диапазоне.

Уровень калия в плазме крови не является показателем его общего содержания в организме. Главная биологическая роль калия – создание трансмембранного потенциала, обеспечивающего в том числе возбудимость и проводимость нервных и мышечных клеток. Основным механизмом его поддержания является работа Na^+/K^+ -АТФазы. Распределение калия между внеклеточной жидкостью и внутриклеточной средой зависит от рН (ацидоз способствует развитию гиперкалиемии, алкалоз – гипокалиемии), некоторых гормонов (инсулин, адреналин, альдостерон), а также от концентрации других катионов (например, магний влияет на активность Na^+/K^+ -насоса).

Общее количество калия в организме и его содержание в плазме крови регулируются изменением количества экскретируемого минерала почками, которые в то же время не способны так же эффективно удерживать калий, как натрий, и поэтому выведение калия наблюдается даже при существенном недостатке его в организме.

При интенсивных физических нагрузках потребность в калии возрастает. К тому же обильное потоотделение способствует выведению его из организма. На содержание калия в организме влияют сезонные изменения – особенно мало калия весной, а осенью его количество увеличивается вдвое. Токсическая доза для человека составляет 6 грамм, а летальная – 14 грамм. В норме за сутки через почки выделяется около 2,5 г калия, через кожу – 0,4 г и через кишечник – 0,3 г.

На изменение уровня сывороточного калия в основном влияет его перемещение внутрь клеток, выход из клеток во внеклеточное пространство

и выделение из организма через почки. Переходу калия внутрь клеток способствуют инсулин, адреналин и альдостерон, а также явления внеклеточного алкалоза, при котором вместо выходящих из клеток катионов водорода из межклеточного сектора внутрь клеток поступают катионы калия. При ацидозе избыточные ионы водорода, проникая внутрь клеток, вытесняют оттуда в межклеточную жидкость ионы калия. При повышении уровня калия в крови увеличивается его почечное выделение. Выделению калия через почки также способствует альдостерон, повышающийся в крови в период послеоперационного стресса или на фоне лечения кортикостероидами. Активного почечного калийсохраняющего механизма, подобного натрийсберегающему, организм не имеет, поэтому потери калия через почки продолжаются даже в условиях его пониженного содержания в организме.

Внутриклеточный калий в организме находится в равновесии с тем, который находится вне клеток, обеспечивая электрические нервные импульсы, для контроля за сокращением мышц и постоянством артериального давления.

Присутствуя во всех жидкостях организма, калий играет важную роль в большом числе жизненных проявлений:

- регуляции внутриклеточного осмотического давления и кислотно-щелочного состояния;
- формировании мембранного потенциала нервных и мышечных клеток, проведении нервных импульсов и сокращении мышц;
- проводимости, автоматизме, возбудимости и сократимости миокарда;
- активизации многих цитоплазматических ферментов;
- транспорте аминокислот и синтезе белка.

Калий в организме человека выполняет следующие функции:

- Поддерживает функционирование клеточных мембран.
- Поддерживает постоянство состава клеточной и межклеточной жидкости.
- Поддерживает кислотно-щелочное равновесие.
- Калий в организме регулирует водный баланс.
- Участвует в работе нервных и мышечных клеток.
- Улучшает снабжение мозга кислородом.
- Участвует в нервной регуляции сердечных сокращений.
- Калий в организме способствует снижению давления крови.
- Выполняет роль катализатора при обмене углеводов и белков.
- Влияет на концентрацию и активность магния.

- Обеспечивает выделительную функцию почек.
- Калий в организме также необходим для физической силы и выносливости и для широкого спектра других функций.

В связи с отсутствием способности к депонированию значительные колебания содержания калия в организме человека сразу сказываются на внутриклеточном состоянии.

Калий в продуктах

Калий в продуктах находится в виде неорганических солей и в составе органических соединений. Неорганические калийные соли – это карбонат, сульфат и хлорид. Органический калий в продуктах представлен цитратом, fumarатом и глюконатом, Для увеличения поступления калия в организм необходимо ежедневно включать в рацион потребление сырых овощей и фруктов. Хорошим источником калия является пшеничная крупа. Одна порция её каши восполняет значительную часть потребности калия в организме в течении суток. Крупу нужно прокалить, но при этом она не должна терять цвет. Варить необходимо на малом огне, добавив минимум соли (табл. 1).

Таблица 4. Содержание калия в продуктах питания [15, 22]

Продукты	Калий в мг на 100 г продукта	Продукты	Калий в мг на 100 г продукта
Чай	2480	Дрожжи	2000
Курага	1880	Какао порошок	1680
Белая фасоль	1189	Отруби пшеничные	1150
Кишмиш	1050	Изюм	860
Тыквенные семечки	788	Кедровые орехи,	780
Миндаль	780	Петрушка зелень	760
Арахис	750	Горох	730
Семена подсолнечника	700	Орехи грецкие	660
Орехи бразильские	650	Картофель в мундире	610
Чеснок	600	Грибы белые	470

Подберезовики	440	Бананы	400
Крупа гречневая ядрица	380	Мед пчелиный	380
Капуста брюссельская	375	Капуста кольраби	370
Персики	360	Крупа овсяная	360
Халва подсолнечная	350	Крупа Геркулес	330
Абрикосы	300	Горошек зеленый	280
Яблоки	275	Лук зеленый	260
Виноград	255	Редис	255
Баклажаны	240	Репка	240
Морковь желтая	235	Салат	220
Куры 1 категории	210	Крупа пшеничная	210
Хлеб столовый	207	Крупа ячневая	205
Тыква	205	Морковь красная	200
Апельсин	198	Грейпфрут	197
Капуста белокачанная	185	Сыр Рокфор	180
Крупа перловая	170	Перец сладкий крас- ный	165
Земляника садовая	160	Груша	155
Сок виноградный	150	Простокваша	144
Огурцы грунтовые	142	Яйцо куриное	140
Крупа манная	130	Мука пшеничная в.с.	125
Макаронные изделия в.с.	120	Сок яблочный	120
Дыня	118	Сыр Российский	115
Брынза, Творог жирный	112	Сыр Голандский	105
Крупа рисовая	100	Сметана 30% жирно- сти	95

Арбуз	65	Майонез	40
Масло сливочное несоленое	15	Шпик свиной	12

Недостаток калия в организме

При пониженном уровне калия в организме существует большой риск опасных для жизни аритмий, сердечной недостаточности и инсульта. Слабость и утомление являются наиболее часто встречающимся показателем недостатка калия в организме.

Основные причины гипокалиемии

К снижению уровня сывороточного калия приводят его чрезмерные потери с уменьшением общего содержания в организме, перемещение его из внеклеточного во внутриклеточное пространство или недостаточное поступление в организм.

К причинам потерь калия из организма относятся [12]:

- Низкое поступление калия с продуктами питания, что может быть вызвано снижением или отсутствием аппетита по причине какой-то патологии или мышленным сокращением транспорта этого элемента в организм. Следует заметить, что первое время при отсутствии калия в пище (и самой пищи) организм регулирует равновесие (меньше выводит с мочой и через ЖКТ), но это не может продолжаться бесконечно, ведь настанет момент, когда просто нечем будет компенсировать.
- Повышенная потребность в калии при некоторых состояниях (оперативное вмешательство, беременность, послеродовый период) [11].
- Геофагия (поедание глины – пищевые отклонения у маленьких детей и беременных женщин, а также давняя привычка южноамериканских негров). Глина, связывая ионы калия и железа, препятствует всасыванию их в ЖКТ.
- Усиленная экскрекция калия с мочой при эндокринной патологии (синдром Иценко-Кушинга [26], синдром Гительмана [27], первичный альдостеронизм, несахарный диабет, синдром Конна) и лечении гормональными средствами.
- Заболевания щитовидной железы (тиреотоксикоз).
- Некоторые болезни выделительной системы, приводящие к нарушениям обратного всасывания ионов калия в кровь в почках (больше выводится с мочой), а также при синдроме Фанкони (нарушение функционирования проксимальных канальцев), ме-

таболическом ацидозе, характерном для сахарного диабета, тубулярном ацидозе, полученном в результате влияния мочегонных средств.

- Выведение калия с потом при чрезмерных физических нагрузках или при других обстоятельствах, способствующих усиленному потоотделению.
- Потеря калия через желудочно-кишечный тракт (в норме с калом удаляется приблизительно 7-8 ммоль/сутки), как правило, обусловлена заболеваниями ЖКТ (полип, диарея, длительная рвота, свищи желудка или кишечника, ВИПома – опухоль поджелудочной железы) или неконтролируемым применением слабительных средств, клизмы.
- Семейный гипокалиемический периодический паралич (эпизодические приступы мышечной слабости на фоне падения уровня калия), связанный с дефектом определенных генов [10].
- Различные нарушения электролитного баланса из-за транспорта ионов калия в клетки из внеклеточной жидкости, вызванные патологическими состояниями и их лечением (метаболический алкалоз, введение больших доз инсулина при диабетическом кетоацидозе [6, 13], гипергликемия).
- Чрезмерное выделение через почки под действием пенициллинов, гентамицина, амфотерицина В, адреналина, минералокортикоидов (гормоны коры надпочечников), адренокортикотропного гормона (АКТГ), тестостерона, глюкозы, а также введение больших объемов инфузионных растворов, не содержащих калий.
- Неправильное применение мочегонных средств, особенно петлевых диуретиков, чаще всего является причиной появления симптомов гипокалиемии (судороги в икроножных мышцах, полиурия, мышечная слабость, нарушение сердечного ритма). Следует заметить, что мочегонные способствуют выведению не только калия, но и магния с развитием состояния, называемого гипомагниемией.
- Потери с раневым отделяемым при обширных термических и механических травмах.
- Моноцитарный или миелоцитарный лейкоз.
- Психические, нервные и физические перегрузки.
- Дефицит магния.
- Избыточное поступление в организм натрия, таллия, рубидия и цезия.
- Прием больших количеств алкоголя [17], кофе, сахара, хроническое голодание.

Основные проявления гипокалиемии [12, 21]

- Психическое истощение, чувство усталости, безразличие к окружающему, депрессия, снижение работоспособности, мышечная слабость, снижение мышечного тонуса и рефлексов.
- Снижение умственной деятельности, сообразительности, нерешительность, неуверенность, ухудшение памяти, психозы.
- Обменные и функциональные нарушения в миокарде, изменение ритма сердечных сокращений, появление сердечных приступов, сердечная недостаточность, нарушение сердечного ритма, патологические изменения ЭКГ – снижение сегмента ST, уплощение зубца T, появление зубца U, желудочковые экстрасистолы, опасные возникновением фибрилляции желудочков.
- Повышение величины артериального давления.
- Плохой сон. Возбудимость или сонливость.
- Нарушение функций легких, учащенное и поверхностное дыхание.
- Чувствительность к холоду, предпочтение теплой пище перед холодной, часто мерзнут руки и ноги.
- Учащение простудных заболеваний.
- Истощение надпочечников, снижение адаптационных возможностей организма.
- Нарушение функции почек, снижение концентрации мочи. Учащенное мочеиспускание, полиурия переходит в анурию.
- Периодическое отсутствие аппетита, иногда тошнота и рвота, запоры, сильная жажда.
- Эрозивный гастрит, язвенная болезнь, расстройство пищеварения (вздутие живота, рвота, снижение аппетита, метеоризм, возможен парез кишечника, формирующий кишечную непроходимость).
- Периодические высыпания на коже, угри, зуд кожи, мозоли на подошвах ног.
- Сухость кожи, ломкость волос.
- Мышечная слабость, боли, ночные мышечные судороги, особенно ног, парестезии вплоть до параличей. Периодические боли в суставах.
- Кариес зубов.
- Эрозия шейки матки, бесплодие.
- Гормональные расстройства.
- Парезы и параличи.

При недостаточном потреблении калия могут возникнуть отеки, сонливость и апатия. Из-за нарушения мышечных функций у людей часто бывают судороги, они ощущают мышечную слабость. Ритм сердца также может сбиваться, из-за этого появляется аритмия. Частая рвота и запоры –

явный признак недостатка калия в организме. По статистике, вероятность смерти при инсульте у мужчин возрастает в 3 раза, если уровень калия в организме низкий.

Альдостерома – альдостеронсекретирующая аденома надпочечников.

Повышенная продукция альдостерона приводит к усилению реабсорбции натрия в канальцах почек и увеличению выделения калия и водородных ионов с мочой. Обеднение организма калием является причиной мышечной слабости, парестезий, переходящих мышечных параличей, а также почечных симптомов (полиурия, полидипсия, никтурия и других).

На фоне изменений электролитного обмена (гипокалиемия, гиперхлоремический алкалоз) у пациентов отмечаются нейромышечные нарушения (нарастающая мышечная слабость, миоплегия, иногда судороги, положительные симптомы Труссо и Хвостека, парестезии), развивается калиепеническая нефропатия. Отёки для данного заболевания не характерны.

Гипокалиемический криз проявляется в виде кардиоваскулярных нарушений (кардиомиопатия, брадикардия, артериальная гипертензия и выраженная гипокалиемия), которые могут стать причиной гипокалиемического паралича сердца. Криз характеризуется резкой головной болью, тошнотой, рвотой, резкой мышечной слабостью, поверхностным дыханием, снижением или потерей зрения. В результате криза может развиваться острое нарушение мозгового кровообращения, острая левожелудочковая и острая коронарная недостаточность, а в ряде случаев – вялый паралич или приступ тетании.

Лучший способ лечения – удаление поражённого надпочечника. Перед оперативным вмешательством восполняют содержание калия в организме – добавляют калий в пищу либо проводят курс лечения конкурентным блокатором рецепторов минералокортикоидов – спиронолактоном (верошироном) в течение 2–3 недель.

Гипокалиемия – это частое послеоперационное осложнение. Больные могут страдать гипокалиемией и до операции в результате длительного приема диуретиков, продолжительной рвоты, аспирации большого количества желудочного содержимого или продолжительной диареи. Особенно часто гипокалиемия наблюдается после операций на сердце, после обширных резекций кишечника, наложения кишечных свищей, операций по поводу псевдомембранозного колита, закупорки мочевыводящих путей. Поскольку стероиды повышают выделение калия с мочой, гипокалиемия может возникать у больных, принимающих стероиды с лечебной целью, а также у больных после хирургического лечения болезни Кушинга, получающих заместительную стероидную терапию.

Симптомы гипокалиемии нарастают постепенно, мышечная слабость усиливается вплоть до параличей, парез кишечника приводит к вздутию живота, вслед за спутанностью возникают судороги и кома. Часто отмечаются нарушения сердечного ритма, особенно у больных, получающих препараты дигиталиса, на ЭКГ обнаруживается симметричная инверсия зубца Т и появление зубца U, наиболее заметного в отведениях V₃₋₄.

Лечение. Если возможно, калий назначают внутрь, но может понадобиться и внутривенное введение калия. Вводимое количество калия зависит от его концентрации в плазме и предполагаемых в ближайшие сутки потерь, которые оценивают по суточной экскреции калия с мочой. Обычно внутривенно вводят раствор хлорида калия в 500 мл 5% раствора глюкозы со скоростью не более 20 ммоль/ч. Не следует вводить концентрированные растворы калия, так как их неосторожное быстрое введение может вызвать быстрое повышение плазменной концентрации калия и остановку сердца. Поэтому в процессе восполнения потерь калия важно контролировать ЭКГ у больного и часто определять концентрацию калия в плазме. И, наконец, поскольку калий является внутриклеточным ионом, он активно перемещается из внеклеточного пространства внутрь клетки и обратно, поэтому при метаболическом и респираторном ацидозе можно обнаружить гипокалиемию, вызванную выведением ионов калия с мочой вместо ионов водорода.

Приблизительно половина всех случаев хронической гипокалиемии связана с синдромом Гительмана [27]. Как правило, пациенты – это взрослые люди, у которых очень давно (за многие годы) при лабораторном обследовании выявлялась доброкачественная гипокалиемия. И хотя калий плазмы (без калиевых добавок) может составлять 2,4-3,2 ммоль/л, значительных расстройств здоровья, обусловленных гипокалиемией, у этих больных не наблюдается. Однако низкое артериальное давление, слабость, нарастающая усталость очень характерны для этих больных. Почечные функции у них оказываются нормальными, выявляется пограничная гипохлоремия, метаболический ацидоз и вторичный гиперальдостеронизм..

В настоящее время у больных с синдромом Гительмана обнаружена мутация тиазид-чувствительного Na/Cl-котранспортера в дистальном канальце нефрона. Выявление этих мутаций открывает возможность генотипической диагностики синдрома Гительмана

Удивительно, что основные проявления синдрома Гительмана напоминают картину длительного применения тиазидовых диуретиков.

Важно подчеркнуть, что синдром Гительмана имеет доброкачественный прогноз. У некоторых больных гипокалиемия (менее 2,9 ммоль/л) прослеживалась на протяжении более 20 лет. Тем не менее, признаков

функционального почечного нарушения, аритмий или мышечных расстройств отмечено не было.

Трудно решить, следует ли вообще лечить синдром Гительмана. Учитывая доброкачественный прогноз этого заболевания, попытки поддерживать К плазмы на уровне 2,8-3,0 ммоль/л могут оказаться достаточными (этого можно достичь применением пищи и напитков, обогащенных калием, и назначением дополнительно небольшого количества калия). Применение калий-сберегающих диуретиков (триамтерен, амилорид, спиронолактон) оказывается малоэффективным, т.к. они усиливают слабость, вызывая снижение артериального давления.

Во время беременности гипокалиемия может выражаться судорожным синдромом в ногах. Поэтому потребности калия увеличиваются во втором и третьем триместре, а его недостаток может быть вызван следующими причинами:

- Регулярной рвотой на фоне токсикоза.
- Приемом мочегонных препаратов.
- Недостаточным употреблением овощей, говядины, молочных продуктов, курицы, орехов.
- Нарушением обменных процессов при хронических заболеваниях пищеварительных органов.

Гипокалиемия кроме судорог ног проявляется утомляемостью, слабостью, запорами, перебоями в сердечной мышце.

Большое поступление калия необходимо не только при беременности, но и во время грудного вскармливания – в этот период микроэлемент важен для полноценного развития ребенка.

Болезнь Иценко-Кушинга [26] – гипоталамо-гипофизарное заболевание, клиническая картина которого обусловлена повышенным образованием кортикостероидов, в основном глюкокортикоидов, гиперплазированными под влиянием высокой секреции АКТГ надпочечниками. Повышенное образование глюкокортикоидов может быть следствием различных патогенетических механизмов, но клинические проявления при этом будут одинаковыми вне зависимости от причины, вызвавшей гиперсекрецию кортикостероидов. Что касается медикаментозного синдрома Иценко-Кушинга, то его частота зависит от профессионализма врачей, применяющих для лечения различных системных заболеваний глюкокортикоиды.

Одна из постоянных жалоб лиц, страдающих болезнью Иценко-Кушинга, – мышечная слабость, которая развивается вследствие гипокалиемии, а также катаболического и антианаболического влияния глюкокортикоидов, что проявляется снижением количества аминокислот в мышцах и уменьшением включения меченых аминокислот в белки мышц. Распад

белка в мышцах сопровождается повышением уровня аминокислот в крови и увеличением глюконеогенеза в печени. Атрофия мышечной ткани в наибольшей степени выражена в области проксимального отдела плечевого пояса и нижних конечностей, что еще больше усиливает впечатление перераспределения подкожной жировой клетчатки. Атрофия мышц передней брюшной стенки ведет к увеличению живота. Мышечная слабость иногда бывает настолько выраженной (миопатия), что больные без посторонней помощи не могут встать со стула.

При тиреотоксикозе возможно проявление **Гипокалиемического периодического паралича** [10] – редкого заболевания, характеризующегося приступами вялого паралича скелетных мышц за счёт утраты ими способности к возбуждению и сокращению, гипокалиемией, часто являющийся осложнением тиреотоксикоза в азиатской популяции. Приступы пароксизмальной миоплегии сопровождаются снижением сывороточного калия, при нормальной его концентрации во внеприступном периоде.

Лечение острого гипокалиемического паралича имеет две цели: нормализация концентрации сывороточного калия, укорочение эпизодов паралича. Калий в дозах 0,2-0,4 ммоль/кг назначается орально каждые 15-30 минут в течение от одного до 3 часов. При невозможности приёма калия внутрь, возможно назначение его внутривенно. В этих случаях он должен быть разведён в 5 % маннитоле. Концентрация калия вводимого внутривенно не должна превышать 20 ммоль/час или 200-250 ммоль/сут. Введение должно быть остановлено, когда концентрация калия в сыворотке достигнет нормы, даже если слабость ещё сохраняется. В связи с тем, что гипокалиемия и последующие изменения в концентрации калия, вызванные лечением, могут привести к кардиальным аритмиям, необходимо проводить мониторинг ЭКГ до, во время и после лечения.

Предотвращение первичной манифестации. Превентивное лечение направлено на уменьшение частоты и выраженности интенсивности атак паралича. Триггерные факторы необходимо идентифицировать и по возможности устранить. Диета должна быть с низким содержанием щелочи, углеводов (не более 2-3 г в сутки) и углеводов (60-80 г в сутки) и богатая калием. Оральное введение солей калия. Ацетазоламид (диакарб) в стартовой дозе 125 мг/сут с возможным увеличением до 1000 мг/сут. Альтернативно могут назначаться дихлорфенамид (ингибитор карбоангидразы) 50-200 мг/сут, триамтерен 50-150 мг/сут, спиронолактон (антагонист альдостерона) 25-100 мг/сут. Спинонолактон обеспечивает задержку калия в организме, повышает экскрецию натрия в крови.

Синдром Фанкони (правильнее синдром де Тони-Дебре-Фанкони) – генерализованная дисфункция проксимальных канальцев, которую составляют следующие нарушения (в том числе и вышеописанные): 1) прок-

симальный канальцевый ацидоз с бикарбонатурией; 2) почечная глюкозурия; 3) фосфатурия; гипофосфатемия; гипофосфатемический рахит; 4) гипостенурия (полиурия); 5) аминокацидурия; 6) протеинурия тубулярного типа (легкие цепи иммуноглобулинов, низкомолекулярные белки – р2 микроглобулин). Кроме того, наблюдаются потеря натрия, калия, кальция, повышение клиренса мочевой кислоты со снижением ее содержания в сыворотке.

Синдром Фанкони может быть первичным заболеванием (наследственным или приобретенным), чаще является вторичным, развиваясь при ряде общих заболеваний. Причиной синдрома Фанкони могут быть наследственные нарушения метаболизма (цистиноз, галактоземия, болезнь Вильсона—Коновалова); отравления токсическими веществами (например салицилатами, тетрациклином с истекшим сроком действия) и тяжелыми металлами (свинец, кадмий, висмут, ртуть); злокачественные новообразования (миелома, болезнь легких цепей, рак яичников, печени, легких, поджелудочной железы); лимфогранулематоз. Синдром Фанкони может развиваться также при некоторых заболеваниях почек, при гиперпаратиреозе, пароксизмальной ночной гемоглобинурии, тяжелых ожогах.

Клинические признаки включают в себя поражение костей (деформация скелета, боли в костях, переломы, диффузная остеомаляция), у детей развивается рахит, задержка роста. Могут быть полиурия, жажда, редко мышечная слабость (вплоть до параличей), связанная с гипокалиемией, гипокальциемические судороги. У детей снижена сопротивляемость к инфекциям. Клинические признаки могут отсутствовать, диагноз в таких случаях ставят на основании лабораторных данных, выявляющих комплексное нарушение канальцевых функций.

Несмотря на то, что при наследственных формах первые признаки появляются в детском возрасте, заболевание иногда распознается в более старшем возрасте. Каких-либо клинических или лабораторных признаков, отличающих первичный синдром Фанкони от вторичного, нет, поэтому в каждом случае следует проводить тщательный этиологический поиск.

Лечение проводят большими дозами бикарбонатов, назначают цитратные смеси, витамин D, препараты калия, показана картофельно-капустная диета

Примерно у 4-10% пациентов с диабетическим кетоацидозом при поступлении имеется гипокалиемия [6, 13]. Им лечение начинают с введения калия, а инсулинотерапию откладывают, пока калий в плазме крови не повысится как минимум до 3,3 мэкв/л. Если анализ показал гипокалиемию, то это является показанием к осторожному введению калия, даже если выделение мочи у пациента слабое или вообще отсутствует (олигоурия или анурия).

Даже в том случае, если исходно уровень калия в крови был в пределах нормы, можно ожидать его выраженного падения в ходе терапии диабетического кетоацидоза. Обычно оно наблюдается через 3-4 часа после начала нормализации рН. Потому что по мере введения инсулина, устранения обезвоживания и снижения концентрации сахара в крови, калий будет в больших количествах поступать вместе с глюкозой в клетки, а также выводиться с мочой.

Даже если исходно уровень калия у больного был нормальный – непрерывное введение калия проводят уже с самого начала инсулинотерапии. При этом стремятся к целевым значениям калия в плазме от 4 до 5 мэкв/л. Но вводить можно не более 15-20 г калия в сутки. Если не вводить калий, то тенденция к гипокалиемии может усиливать инсулинорезистентность и препятствовать нормализации сахара в крови.

Если уровень калия в плазме крови неизвестен, то введение калия начинают не позднее чем через 2 часа после начала инсулинотерапии, или вместе со 2-м литром жидкости. При этом контролируют ЭКГ и скорость выделения мочи (диурез).

Гипокалиемия может привести к **Дистрофии миокарда вследствие физического перенапряжения (ДМФП)**, вследствие нарушения соотношения ионов калия и натрия, играющих основную роль в сократительной функции миокарда. Речь идет о состоянии гипокалиемии, оказывающем отрицательное влияние на метаболизм в миокарде вплоть до образования некрозов. Нужно подчеркнуть, что дело не в абсолютном снижении содержания калия, а в нарушении соотношения ионов калия и натрия. Поэтому снижение концентрации натрия не создает гипокалиемии, в то время как нормальное содержание калия при увеличенном содержании натрия следует расценивать как гипокалиемию. Чрезмерная физическая нагрузка вызывает нарушение электролитного равновесия, снижая содержание калия в тканях, а не в крови. Это важно потому, что определение уровня калия и натрия в крови не всегда отражает их содержание в тканях.

К примеру, при гипокалиемии на ЭКГ были зафиксированы изменения – отрицательные равносторонние зубцы в отведениях V3 и V4 и плоские зубцы Т в отведениях V5 и V6. Они похожи на зубцы при коронарной недостаточности в области переднебоковой стенки. Через 20 дней приема внутрь по 6–8 г калия хлорида ежедневно, при той же физической нагрузке, ЭКГ нормализовалось.

В связи с этим очень важно учесть, что глюкоза, вымывая калий из организма, способствует гипокалиемии, как и натрия фосфат, к сожалению еще широко рекомендуемый как спортсменам, так и больным.

У больных алкоголизмом даже в отсутствие паренхиматозного поражения печени имеется дефицит калия [17]. Его признаки – депрессия,

утомляемость, мышечная слабость. Выраженная гипокалиемия в сочетании с возбуждением симпатической нервной системы может привести к угрожающим жизни нарушениям ритма сердца. Поэтому препараты калия показаны практически всем больным с алкогольным абстинентным синдромом.

Калий – преимущественно внутриклеточный катион. В норме в организме содержится 3000–3500 мэкв калия, из них в сыворотке находится лишь 1%. Поэтому, несмотря на общий дефицит, сывороточная концентрация калия может оказаться нормальной. У больных, длительно получавших диуретики (особенно тиазидные диуретики и фуросемид) без препаратов калия, всегда имеется его дефицит. На сывороточную концентрацию калия влияет и рН сыворотки. Алкогольный абстинентный синдром часто сопровождается гипервентиляцией и респираторным алкалозом, что приводит к гипокалиемии за счёт входа калия в клетки без изменений его общего содержания в организме. При ацидозе изменения обратные; развивается гиперкалиемия и внутриклеточная гипокалиемия.

При нормокалиемии риск нарушений ритма сердца невелик, и восполнять дефицит калия можно медленно, со скоростью 60–100 мэкв/сут. Нормальный рацион содержит достаточное количество калия, и если больной самостоятельно ест, то в дополнительном назначении препаратов калия нет необходимости.

Гипокалиемия в отсутствие алкалоза – это почти всегда признак общего дефицита калия. Скорость восполнения дефицита отчасти ограничена общим объемом инфузионной терапии: в концентрации более 60–80 мэкв/л инфузионного раствора калий вызывает сильное раздражение сосудистой стенки. Максимальная скорость введения калия – 30–40 мэкв/ч, средняя суточная доза – 100–140 мэкв. По возможности препараты калия дают внутрь.

Осложнения обусловлены возможной гиперкалиемией. Калий нельзя вводить до тех пор, пока не нормализован диурез. При почечной недостаточности дозы калия должны быть снижены. У больных, получающих препараты калия, его сывороточную концентрацию измеряют не реже чем 1 раз в сутки. В/в хлорид калия вводят только путем постоянной инфузии (не струйно!), при введении большого количества необходим мониторинг ЭКГ. Риск гиперкалиемии повышается при одновременном приеме калийсберегающих диуретиков (спиронолактон, амилорид, триамтерен) и других препаратов, вызывающих задержку калия (ингибиторы АПФ). Действие этих препаратов не всегда можно уравновесить даже с помощью тиазидных диуретиков

При дефиците калия в организме необходимо нормализовать систему питания и достичь минерального равновесия для полноценной работы всех

органов. Для этого нужно исключить потребление ненатуральных напитков, таких как фанга, пепси, кока – кола и лимонады, исключить кофе и алкоголь, уменьшить потребление сахара и поваренной соли, ограничить прием фармпрепаратов и увеличить потребление продуктов с повышенным содержанием калия: молочные продукты, орехи, зеленые овощи, бананы, абрикосы, чернослив, петрушка, картофель, томаты, бобы, изюм, какао и черный чай.

Лечебные меры при гипокалиемии

Наряду с лечением основного заболевания рекомендуется восполнение при возможности проводить путем увеличения поступления калия с пищей или с калийсодержащими препаратами: хлорид калия (1 чайная ложка – 60 ммоль К), аспаркам, панангин.

Калия хлорид при приеме внутрь оказывает сильное раздражающее действие на слизистые оболочки пищеварительного тракта и поэтому часто вызывает диспепсические расстройства. Введение растворов калия хлорида внутривенно (капельное) необходимо производить медленно, так как при быстром введении препарат может вызвать угнетение сердечной деятельности вплоть до остановки сердца. Он противопоказан при недостаточности надпочечников, снижении выделительной функции почек и гиперкалиемии.

Таблетки «Аспаркам» применяют при аритмиях, передозировке сердечных гликозидов, инфаркте миокарда и гипокалиемии. Они содержат по 0,175 грамм калия аспарагинат и магния аспарагинат и обладают свойствами, аналогичными свойствам калия хлорида. Но в отличие от него оказывают значительно менее выраженное местное раздражающее действие на пищеварительный тракт и лучше переносится больными. Это объясняется тем, что в них калий содержится в виде органической соли, которая диссоциирует в меньшей степени по сравнению с калий хлоридом.

Панангин – это зарубежный препарат, аналогичный таблеткам «Аспаркам». Его применяют при аритмиях, обусловленных главным образом электролитными нарушениями, в первую очередь гипокалиемией. Препарат показан при нарушениях ритма, связанных с интоксикацией препаратами наперстянки, при пароксизмах мерцания предсердий, недавно появившейся желудочковой экстрасистолии. Используют его также при лечении коронарной недостаточности.

В случаях тяжелой гипокалиемии и невозможности внутреннего приема калия назначается его внутривенное введение. Необходимое количество вводимого калия должно включать суточную потребность с добавлением его недостатка [3-5].

Минимальная суточная потребность составляет 50 ммоль калия. Добавляемый недостаток калия (D_k) определяется разницей между его нормальной концентрацией ($K_n = 4$ ммоль/л) и содержанием в сыворотке

большого ($K < n$) помноженной на объем внеклеточной жидкости, составляющий 20% от веса пациента W_p ($0,2 \times W_p$):

$$D_k = (K_n - K_p) \times 0,2 \times W_p$$

Таким образом, для мужчины с массой тела 70 кг и уровнем калия 2 ммоль/л необходимое количество вводимого калия составит:

$$K_+ = 50 \text{ ммоль} + (4 \text{ ммоль/л} - 2 \text{ ммоль/л}) \times 0,2 \times 70 \text{ кг} = 50 \text{ ммоль} + 2 \text{ ммоль/л} \times 14 \text{ кг} = 50 \text{ ммоль} + 28 \text{ ммоль} = 78 \text{ ммоль}.$$

Концентрация внутривенно вводимого калия не должна превышать 40 ммоль/л, а скорость введения не выше 20 ммоль/ч. Следовательно, в данном случае 78 ммоль калия следует разбавить 2 литрами 5% раствора глюкозы и вводить в течение 4 часов под постоянным контролем ЭКГ. При этом существенное нарастание вольтажа зубца Т указывает на развитие гиперкалиемии, что требует приостановки введения и проверки уровня калия в сыворотке пациента.

Избыток калия в организме

Избыток калия в крови называется гиперкалиемия (при концентрации свыше 5 ммоль/л) и приводит к тяжелым отравлениям, сопровождающимся параличом скелетных мышц. Могут возникать тяжелые повреждения в клетках, сдвиг кислотно – щелочного равновесия в сторону кислот, нарушения работы почек, обезвоживание, расстройство желудка и язва 12-ти перстной кишки, сонливость и слабость, потеря ориентации и аритмия. Наблюдаются также повышенная возбудимость, раздражительность, беспокойство, потливость, кишечные колики, учащенное мочеиспускание, склонность к развитию сахарного диабета.

Причины гиперкалиемии

Причинами повышения уровня калия в сыворотке крови, исключая интенсивную физическую нагрузку, которая дает преходящую гиперкалиемию, обычно являются следующие заболевания и состояния [9]:

- Тяжелые травмы, Краш-синдром [25].
- Некрозы.
- Внутриклеточный и внутрисосудистый гемолиз, который в норме происходит постоянно, поскольку эритроциты «стареют» и разрушаются, однако в случае многих патологических состояний инфекционного, токсического, аутоиммунного, травматического характера распад эритроцитов происходит быстрее, а в крови становится много калия.
- Голодание [19].
- Потребление «горьких» минеральных вод, постоянная картофельная диета.

- Ожоги.
- Распад опухоли [7].
- Оперативные вмешательства.
- Шок (присоединение метаболического ацидоза заметно усугубляет его течение).
- Кислородное голодание тканей.
- Метаболический ацидоз.
- Недостаток инсулина при гипергликемии.
- Усиленный распад белков или гликогена.
- Повышение проницаемости наружных клеточных мембран, позволяющее калию покидать клетку (при анафилактическом шоке).
- Уменьшение экскреции ионов калия выделительной системой (поражение почек – ОПН и ХПН, снижение диуреза – олигурия и анурия).
- Гормональные расстройства (нарушение функциональных способностей коры надпочечников, гипоальдостеронизм).
- Избыточное или быстрое поступление калия в организм пищевыми добавками или медикаментами особенно при внутривенном введении вызывает ятрогенную гиперкалиемию, возникающую чаще у пациентов, имеющих хроническую почечную недостаточность.
- Лечение некоторыми лекарственными средствами (индометацин, калийсберегающие диуретики, каптоприл, миорелаксанты).
- Обезвоживание в результате полиурии.
- Тяжелая гликозидная интоксикация, когда подавляется активность K^{+} -, Na^{+} -Аденозинтрифосфатазы.
- Нефрит волчаночный или обусловленный применением некоторых лекарственных средств, диабетическая нефропатия. Тяжёлая почечная недостаточность [18].
- Применение нефротоксических лекарственных средств. Генетические аспекты.
- Массивные гемотрансфузии, переливание старой крови с развитием калиевой интоксикации [20], гемолитические анемии.
- Семейный периодический гиперкалиемический паралич (семейная эпизодическая адинамия), передающийся аутосомно-доминантным путем, само по себе явление редкое, поэтому его нечасто можно встретить в числе причин повышения уровня калия в крови. Избыток этого элемента наблюдается только в период приступов (да и то не всегда, иногда, наоборот – K^{+} понижен или в норме). Признаками того, что в крови стало много калия, являются параличи и мышечная слабость, которые могут быть спровоцированы

интенсивным физическим напряжением или другой ситуацией, приводящей к нарушению электролитного баланса [16].

- Наследуемая гиперкалиемия в сочетании с артериальной гипертензией, гипер-хлоремическим ацидозом и гипорениемией (псевдо-гипоальдостеро-низм II типа)

Таким образом, избыток калия в организме обусловлен либо распадом клеток, вызывающим чрезмерное высвобождение калия из них, либо уменьшением экскреции калия почками при любой почечной патологии, либо (в меньшей мере) по другим причинам (введение препаратов калия, прием лекарственных средств и пр.).

Симптомы гиперкалиемии зависят от уровня калия в крови: чем он выше, тем сильнее признаки и клинические проявления патологического состояния:

- Нарушения чувствительности, раздражительность, беспокойство. Мышечная слабость, которая обусловлена деполяризацией клеток и снижением их возбудимости, Нервно-мышечные нарушения. Изменяя трансмембранный электрический потенциал, тяжёлая гиперкалиемия может нарушать функцию мышц или нервно-мышечную передачу, приводя к выраженной слабости или параличу.
- Боли в животе, диарея
- Нарушение ритма сердечных сокращений.
- Слишком высокий уровень калия в крови может обернуться параличом дыхательных мышц.
- Состояние гиперкалиемии грозит остановкой сердечной деятельности, которая чаще случается в диастоле.
- Кардиотоксическое влияние элемента отражается на ЭКГ. В таком случае в записи электрокардиограммы можно ожидать удлинения интервала PQ и расширения комплекса QRS, АВ-проводение тормозится, зубец P не регистрируется. Расширенный комплекс QRS сливается с зубцом T, в результате чего формируется линия, похожая на синусоиду. Эти изменения приводят к возникновению фибрилляции желудочков и асистолии. Однако, как и при гипокалиемии, повышенный калий в крови не имеет четкой корреляции с отклонениями на ЭКГ, то есть, кардиограмма не позволяет в полной мере судить о степени кардиотоксического эффекта этого элемента.

Иной раз, получая результат лабораторных исследований, совершенно здоровый человек замечает превышение концентрации калия в сыворотке крови (обычно высокие показатели подчеркнуты красным). Ставить себе диагноз крайне нежелательно, поскольку в лабораторном деле этот анализ относится к «капризным». Неправильное проведение венопункции (затя-

нутый жгут, пережатие сосудов рукой) или дальнейшая обработка взятого образца (гемолиз, несвоевременное отделение сыворотки, длительное хранение крови) может привести к псевдогиперкалиемии, которая присутствует только в пробирке, а не в организме человека, поэтому никаких симптомов и признаков не дает.

Гепаторенальный синдром представляет собой стойкую функциональную почечную недостаточность, которая развивается на фоне нарастающего, резистентного к лечению асцита и резко нарушенной функциональной способности печени. Провоцирующим фактором может быть остро нарастающая гиповолемия (после лечения диуретиками, парацентеза, кровотечения, при рвоте, диарее, септицемии). В основе гепаторенального синдрома лежит вазоконстрикция в наружном слое корковой зоны почек, что приводит к резкому снижению почечного кровотока и клубочковой фильтрации.

Клинически это проявляется в виде олигурии с резко сниженной натрийурией, нарастанием в плазме крови содержания креатинина и мочевины с последующим развитием **гиперкалиемии** и метаболического ацидоза. У больных развиваются анорексия, резкая астения с сонливостью и апатией, атония желудка и кишок с тошнотой, рвотой, появляются признаки клеточной дегидратации (жажда, гипотония глазных яблок, снижение тургора кожи), тремор, геморрагический диатез.

Большое значение в развитии Синдрома длительного сдавления (С. Д. с.) [25] имеет токсемия. Интоксикация в начальных стадиях С. Д. с. обусловлена токсическими веществами, образующимися в тканях при их повреждении. В результате длительного сдавления конечности развивается ишемия всей конечности или ее сегмента в сочетании с венозным застоем. Сдавливаются кровеносные сосуды, нервы и мышцы. Снижается количество кислорода в крови, не выводится углекислота и другие продукты молекулярного распада, которые накапливаются в сдавленной части тела. Как только сдавление тканей прекращается, токсические продукты поступают в кровеносное русло и вызывают тяжелейшую интоксикацию. Ведущими факторами токсемии являются: гиперкалиемия, достигающая нередко 7–12 ммоль/л; миоглобинурия, приводящая к блокаде канальцев почек; увеличение образования биогенных аминов и вазоактивных полипептидов (продуктов распада белков, гистамина, адениловой кислоты, креатинина и др.), а также протеолитических лизосомальных ферментов, освобождающихся при разрушении клеток: развитие аутоиммунного состояния.

В ранних стадиях С. Д. с. В первую очередь поражаются почки, что проявляется деструкцией эпителия канальцев, стазом и тромбозом, как в корковом, так и мозговом веществе. Значительные дистрофические изме-

нения развиваются в почечных канальцах, просветы которых заполняются продуктами распада клеток. Миоглобин и образующийся при гемолизе эритроцитов свободный гемоглобин усиливают ишемию коркового вещества почек, что способствует прогрессированию процесса и развитию острой почечной недостаточности.

При неэффективности проводимого лечения в течение 8–12 ч, а именно при снижении диуреза до 600 мл/сут. И ниже, повышении уровня гиперкалиемии более 6 ммоль/л, креатининемии выше 0,1 ммоль/л, появлении признаков отека мозга и легких, показано проведение гемодиализа в режиме ультрафильтрации. Инфузионную терапию в междиализный период осуществляют в объеме 1500–2000 мл. Пострадавшим с выраженной интоксикацией показано проведение плазмафереза, обеспечивающего наиболее полное удаление из организма миоглобина и токсических продуктов метаболизма.

Спонтанная или индуцированная противоопухолевым лечением гибель опухолевых клеток приводит к развитию ряда метаболических нарушений, обобщенно называемых **Синдромом распада опухоли (СРО)** [7]. Хотя этот синдром может возникать вследствие гибели части клеток в интенсивно пролиферирующих опухолях, наиболее часто он является осложнением проводимой цитотоксической терапии и, таким образом, имеет ятрогенный характер. К основным видам противоопухолевого лечения, вызывающего развитие СРО, относятся химиотерапия, ионизирующее облучение, эмболизация сосудов, радиочастотная абляция, использование моноклональных антител и интерферона, высокодозная химиотерапия с трансплантацией стволовых клеток периферической крови.

СРО может осложнять течение практически всех злокачественных новообразований. Наиболее часто развитие этого синдрома отмечено у больных, страдающих лимфопролиферативными опухолями и гемобластозами, характеризующимися высокой скоростью роста, большой фракцией активно делящихся клеток и чувствительностью к цитостатической терапии. Так, общая частота развития СРО при неходжкинских лимфомах (НХЛ) превышает 40%, хотя клинической значимости он достигает лишь у 6% больных. При этом общая смертность больных высокоагрессивными НХЛ составляет 0,9%, а при развитии СРО – 17,5%. У больных солидными опухолями СРО встречается значительно реже, однако характеризуется более высокой смертностью вследствие, как правило, поздней диагностики и отсроченного начала лечения.

К факторам риска развития этого угрожающего жизни больного осложнения относятся наличие конгломератов лимфатических узлов, большие размеры метастазов, гепатоспленомегалия, лейкоцитоз, высокий уровень лактатдегидрогеназы (ЛДГ) и мочевой кислоты в сыворотке крови,

нарушенная функция почек, применение нефротоксичных цитостатиков.

Как правило, симптомы СРО появляются спустя через несколько часов или дней после начала интенсивного цитотоксического лечения. Активно пролиферирующие опухолевые клетки имеют высокое содержание нуклеотидов и фосфата. Гибель клеток приводит к высвобождению калия, фосфора, мочевой кислоты и других метаболитов пурина, которые наводняют межклеточные пространства. Внезапное поступление большого количества продуктов клеточного распада может превысить способность организма к их выделению, что приводит к острому нарушению электролитного и кислотно-щелочного равновесия, снижению почечного клиренса, развитию резистентной гиперкалиемии, гиперурикемии, гиперфосфатемии с вторичной гипокальциемией.

При отсутствии адекватной коррекции метаболические нарушения прогрессируют вплоть до развития лактатацидоза и острой почечной недостаточности. Наиболее угрожающим жизни больного и требующим немедленного лечения симптомом СРО является гиперкалиемия. Следует помнить, что повышение уровня калия в сыворотке крови выше 6,0 ммоль/л приводит к диастолической остановке сердечной деятельности.

Гиперкалиемия является одним из наиболее угрожающих жизни больного проявлений СРО и поэтому требует немедленного и «агрессивного» лечения в сочетании с непрерывным мониторингом ЭКГ и лабораторных показателей. Большинство авторов рекомендуется следующая лечебная тактика, направленная на снижение уровня калия в сыворотке за счет его усиленного транспорта в клетки и выделения через почки и кишечник:

У больных с умеренным (до 5,6 ммоль/л) повышением уровня калия в сыворотке крови проводится внутривенная гипергидратация физиологическим раствором хлорида натрия в сочетании с однократным введением 20 мг фуросемида.

В неотложных ситуациях, когда уровень калия в сыворотке достигает 5,8–6,0 ммоль/л, показаны следующие лечебные мероприятия:

- Медленное (в течение 3–5 минут) внутривенное струйное введение 10–30 мл 10%-ного раствора глюконата кальция, который обеспечивает немедленный, но кратковременный эффект, купируя нарушения сердечного ритма, вызванные гиперкалиемией.
- Внутривенное введение 200–300 мл 4,2–8,4%-ного раствора бикарбоната натрия, который стимулирует возврат калия из сосудистого русла в клетки.
- С этой же целью применяется медленное внутривенное струйное введение гипертонического раствора глюкозы (50 мл 50% раствора) в сочетании с 10 ЕД простого инсулина.

- Петлевые диуретики (фуросемид в дозе 20–40 мг внутривенно струйно), используемые на фоне усиленной гидратации, обеспечивают выведение избытка калия у больных без признаков острой почечной недостаточности. В случае развития почечной недостаточности показано выполнение гемодиализа.
- Ионно-обменная смола (Kayexalate) в дозе 25–50 г внутрь (запить 50 мл 70% раствора сорбитола) или в дозе 50 г в прямую кишку (в 20% растворе сорбитола).

Длительная олигурия при остром постстрептококковом гломеруло-нефрите встречается у 5–10% больных. Лечение острого постстрептококкового гломерулонефрита в этих случаях включает резкое ограничение натрия и воды, калия и белка в диете. При нарастающих азотемии и особенно гиперкалиемии показан гемодиализ.

Умеренная гиперкалиемия при остром постстрептококковом гломеруло-нефрите наблюдается часто, при тяжёлой гиперкалиемии необходимо проведение экстренных мероприятий:

- фуросемид в больших дозах для стимуляции калийуреза;
- инсулин внутривенно, глюкоза, кальций и бикарбонат натрия;
- срочный гемодиализ при развитии жизненно опасной гиперкалиемии.

Длительное хранение консервированной крови (более 10 сут) ведет к гиперкалиемии, обусловленной выходом ионов калия из эритроцитов в плазму (в норме содержание ионов калия в плазме доходит до 5,5 ммоль/л, а уровень в 7 ммоль/л считается опасным для человека), что клинически проявляется аритмиями вплоть до асистолии или фибрилляции желудочков, чаще же наблюдаются брадикардии и различные разновидности блокад; сонливостью, апатией; судорожными подергиваниями скелетных мышц; снижением АД; атонией кишечника.

Гиперкалиемия достаточно просто диагностируется при исследовании крови. Достаточно типичными являются и ЭКГ-признаки избытка калия в плазме (наиболее ранним проявлением можно считать высокие, заостренные, симметричные, с узким основанием зубцы Т, что лучше всего видно в отведениях II, III, V2-4; позднее появляется удлинение интервала P–R со снижением или даже исчезновением зубца Р, сниженный вольтаж R и т.д.).

Для терапии гиперкалиемии используют препараты кальция (внутривенно вводят 5 мл 10% раствора хлорида или глюконата кальция после трансфузии каждые 500 мл цитратной крови), растворы глюкозы с инсулином и кровезаменители, не содержащие калий (дисоль или физиологический раствор хлорида натрия).

Гиперкалиемический периодический паралич (семейная эпизодическая адинамия) [15], наиболее полно изучена J. Gamstorp (1956, 1957).

Заболевание передается по аутосомно-доминантному типу с высокой пенетрантностью. Встречаются семьи, в которых болезнь прослеживается в 3–4 поколениях. Мужчины и женщины страдают почти одинаково часто. Эта форма миоплегии наблюдается намного реже, чем гипокалиемический вариант.

Начало заболевания в большинстве случаев в возрасте до 10 лет. Приступ развивается обычно днем, провоцируется состоянием голода или состоянием покоя, которому предшествовала физическая работа. Первыми симптомами развивающегося пароксизма являются парестезии в области лица, в руках и ногах, слабость начинается с дистальных отделов конечностей и быстро генерализуется, включая мышцы лица. Развивается гипотония, сухожильная арефлексия. Длительность приступов, как правило, меньше чем при гипокалиемической форме и составляет в среднем 1–2 ч. Характерна массивность вегетативных расстройств – профузный пот, сильная жажда, сердцебиение, повышение АД. Иногда отмечается повышение механической возбудимости мышц.

С диагностической целью приступ может быть спровоцирован введением хлорида калия (3–5 г) и развивается через 20–40 мин. Биохимические сдвиги при этой форме миоплегии выражаются в значительном увеличении уровня калия в сыворотке крови и некоторым снижением содержания сахара.

При гиперкалиемическом периодическом параличе купирующий эффект на развернутый приступ оказывает внутривенное введение глюкозы (40 мл 40% раствора) с инсулином или хлорида кальция (20 мл 10% раствора). Имеются указания о положительном действии солбутамола, стимулирующего бета-адренорецепторы. Препарат назначают в виде ингаляций при появлении начальных признаков приступа, И в большинстве случаев достаточно 2–4 ингаляций (200–100 мг препарата) для купирования тяжелого приступа.

Для профилактики приступов рекомендуются диуретики – дихлотиазид (гипотиазид) по 2,5 мг 5 раз в неделю, диакарб по 0,25 г 2–3 раза в день.

Следует избегать пищи, богатой калием, увеличить в суточном рационе количество углеводов и поваренной соли. Рекомендуется дробное питание с укороченными интервалами между приемами пищи.

Диагностика гиперкалиемии

- Исследование содержания калия в сыворотке
- Исследование содержания калия в моче
- Исследование содержания альдостерона и ренина в сыворотке.

Лечение гиперкалиемии

При избытке калия в организме необходимо ограничить его поступление извне, принять меры к нормализации регуляции обмена и лечению сопутствующих заболеваний.

Профилактические меры:

- лечение основного заболевания;
- исключение из рациона продуктов и пищевых добавок, богатых калием, а также калийсодержащих препаратов;
- прекращение приема калий сберегающих диуретиков и ингибиторов АПФ;
- воздержание от переливания консервированной крови или эритроцитов.

Учитывая, что повышение уровня калия в крови вызвано другими заболеваниями, то в лечении гиперкалиемии устранение причины занимает не последнее место. В терапию включается применение минералокортикоидов, борьба с метаболическим ацидозом, назначение диеты, бедной калием.

К сожалению, иной раз показатель концентрации калия выходит из-под контроля, и создаются ситуации, когда избыток этого элемента становится угрожающим жизни состоянием (калий в плазме выше 7,5 ммоль/л). Тяжелая гиперкалиемия требует быстрого реагирования и принятия экстренных мер, целью которых является регулирование до нормальных показателей уровня калия в крови пациента, что подразумевает транспорт калия в клетки и выведение его через почки [8]:

- Если больной получал препараты, содержащие этот элемент или способствующие накоплению его в организме – их немедленно отменяют.
- Для защиты сердечной мышцы внутривенно медленно вводят 10% глюконат кальция в дозе 10 мл, эффект которого должен проявиться через 5 минут (на ЭКГ) и продолжаться до часа. Если этого не происходит, то есть, в записи ЭКГ через 5 минут никаких изменений нет, глюконат кальция следует ввести в той же дозе повторно.
- Для того, чтобы заставить ионы калия направиться в клетки и таким образом снизить его содержание в плазме, используют инсулин быстрого действия (до 20 ЕД) с глюкозой, чтобы предотвратить гипогликемию (если сахар в крови высокий обходятся без глюкозы).
- Введение только глюкозы с целью стимуляции продукции эндогенного инсулина, также будет способствовать снижению калия, однако процесс этот длительный, поэтому для срочных мер не очень годится.
- Перемещению ионов калия способствуют β -2-адреностимуляторы и бикарбонат натрия. Последний нежелательно применять при

хронической почечной недостаточности, ввиду низкой эффективности и угрозы перегрузки организма натрием.

- Помогают вывести калий из организма петлевые и тиазидные диуретики (при сохраненной функции почек), катионообменные смолы (полистиролсульфонат натрия внутрь или в клизме).
- Наиболее действенным способом быстро справиться с тяжелой гиперкалиемией считают гемодиализ. Этот метод используется в случае неэффективности принятых мер и показан больным с острой или хронической почечной недостаточностью.

Коррекцию содержания калия следует начинать в течение первого часа после установления диагноза. Алгоритм лечения в зависимости от степени гиперкалиемии следующий:

При гиперкалиемии 5-6 ммоль/л достаточно ограничения приёма калия с пищей и пищевыми добавками или отмены лекарственных средств, повышающих содержание калия (например, калийсберегающих диуретиков, β -адреноблокаторов, Нестероидных противовоспалительных препаратов, ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента). Возможен приём хлористого кальция по 15 г каждые 6-8 часов или введение в толстый кишечник в составе клизм по 30 г хлористого кальция в литре теплой воды;

При концентрации калия сыворотки 6-7 ммоль/л или при сердечных нарушениях необходима неотложная терапия. При острой и хронической почечной недостаточности (особенно при усиленном катаболизме или при травмах) лечение следует начать при концентрации калия сыворотки >5 мЭкв/л. Неотложная терапия

- Кальция глюконат – 10% р-р 10-20 мл в/в в течение 15-30 мин (опасно при лечении препаратами наперстянки!) улучшает показатели ЭКГ, но не влияет на концентрацию калия в сыворотке. При выраженных изменениях ЭКГ 5-10 мл препарата вводят в/в в течение 2 мин.
- Натрия бикарбонат (натрия гидрокарбонат) – 44 ммоль в/в, при необходимости инъекцию повторяют. Препарат эффективен при гиперкалиемии при почечной недостаточности и сопутствующем ацидозе.
- Глюкоза (40% р-р 100-300 мл) с инсулином (из расчёта 1 ЕД на 3 г глюкозы) – внутривенная инфузия в течение 30 мин вызывает снижение содержания калия сыворотки в течение 4-6 ч. При крайней необходимости в/в струйно вводят 15 ЕД инсулина с 10 мл 40% раствора глюкозы или с последующей внутривенной инфузией 10% раствора глюкозы.
- Диуретики (фуросемид, буметанид [буфенокс]) усиливают экскрецию калия у лиц с адекватной функцией почек.

- Альдостерон в виде дезоксикортикостерона ацетата (20мг/сут в/м) или фторгидрокортизона ацетата (0,2-0,6 мг/сут внутрь) увеличивает экскрецию калия у лиц с дефицитом альдостерона.

При концентрации калия сыворотки выше 7 ммоль/л после лекарственной терапии при почечной недостаточности или при неэффективности лекарственной терапии показано проведение гемодиализа. Проведение 4-часового гемодиализа снижает содержание калия в сыворотке примерно на 40-50%. Перитонеальный диализ менее эффективен, но может быть применён при ацидозе, особенно после введения больших объёмов раствора натрия гидрокарбоната.

После неотложных мер по выведению калия гомеостаз калия можно поддержать применением любого из следующих средств

- Препараты альдостерона
- Диуретики (фуросемид, буметанид и особенно ацетазоламид [ди-акарб])
- Катионо-обменные смолы (полистирена сульфонат натрия 15-30 г в 30-70 мл 70% раствора сорбитола внутрь или per rectum каждые 4-6 ч). Препарат связывает калий в ЖКТ (1 г препарата удаляет примерно 1 мЭкв калия). При применении катионо-обменных смол возможна перегрузка натрием.
- Осложнения
- Аритмии
- Гипокалиемия.

Течение и прогноз

При коррекции основного заболевания – полное устранение гиперкалиемии.

Синергисты и антагонисты калия

Синергистом калия является магний. Избыточное потребление алкоголя, кофе, сахара, слабительные, препараты кортизона и колхицин препятствуют абсорбции калия. Витамин В₆ и натрий способствуют этому процессу. Такие мочегонные средства как фенолфталеин усиливают выведение калия почками. Натрий, рубидий, цезий и таллий обладают антагонистическими свойствами по отношению к калию и могут вытеснять его из тканей. При дефиците натрия и калия в продуктах питания содержание лития в организме увеличивается.

Литература

1. Бабичев А.В. Патология водно-электролитного гомеостаза. СПбГПМА. 2003. – 136 с.

2. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (перевод с англ. Проф. В.И. Легезы). М.-СПб. 2000, 320 с.
3. Постников А.А. Водно-минеральный обмен. «Триада-фарм». М. 2006, 238 с.
4. Практическая трансфузиология. Под ред. Г.И. Козинца. Практическая медицина, М. 2005, 544 стр.
5. Рагимов А.А., Щербакова Г.Н. Руководство по инфузионно-трансфузионной терапии. «Медицинское информационное агентство» М. 2003, 182 с.
6. Сахарный диабет. Острые и хронические осложнения под ред. И. И. Дедова, М. В. Шестаковой, М., 2011 г.
7. Семенова А.И. Гиперкальциемия и синдром распада опухоли, ПРАКТИЧЕСКАЯ ОНКОЛОГИЯ · Т. 7, № 2 – 2006, 101-7. http://www.rosoncweb.ru/library/journals/practical_oncology/arh026/06.pdf
8. ГИПЕРКАЛИЕМИЯ. <http://diseases.academic.ru/249/%D0%93%D0%98%D0%9F%D0%95%D0%A0%D0%9A%D0%90%D0%9B%D0%98%D0%95%D0%9C%D0%98%D0%AF>
9. Гиперкалиемия: причины, признаки, лечение. <http://sosudinfo.ru/zdorovie-i-profilaktika/giperkaliemiya/>
10. Гипокалиемический паралич при тиреотоксикозе. <http://t-pacient.ru/articles/6304/>
11. Гипокалиемия. Медицинский сайт. <http://medprofessor.ru/1467-gipokaliemiya.html>.
12. Гипокалиемия (недостаток калия): симптомы, лечение. <http://sosudinfo.ru/zdorovie-i-profilaktika/gipokaliemiya/>
13. Диабетический кетоацидоз: симптомы, лечение. <http://diabet-med.com/diabeticheskij-ketoacidoz/#6>
14. Калий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=19>
15. Калий в продуктах и его роль в организме. <http://www.ukzdor.ru/kali.html>.
16. Лечение при периодическом параличе. <http://vse-zabolevaniya.ru/bolezni-nevrologii/paroksizmalnaja-mioplegija.html>
17. НарКом – Алкогольный абстинентный синдром... <http://www.narcom.ru/publ/info/148>.
18. Острый постстрептококковый гломерулонефрит – Лечение... http://ilive.com.ua/health/ostryy-poststreptokokkovyy-glomerulonefrit-lechenie-i-profilaktika_87772i15945.html.
19. Патофизиология типовых нарушений обмена... http://vmede.org/sait/?id=Patofiziologija_novickij_goldberg&menu&page=18.
20. Переливание крови и его последствия. Гемотрансфузии... http://www.promedall.ru/terapia/posled_hemotrans.html.

21. Признаки нехватки калия в организме. http://ilive.com.ua/food/kaliy_69766i15886.html.
22. Продукты, содержащие калий <http://beautyhill.ru/produkty-soderzhashie-kalij-chem-opasen-nedostatok-kaliya/>
23. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
24. Суточные нормы калия для детей, женщин... <http://kakievitaminy.ru/vitaminy-i-mineraly/kalij>.
25. Синдром длительного сдавления – Краш синдром. http://www.nedug.ru/library/%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%88_%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BC-%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%81%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F#.VgvlPmnoEYY.
26. Учебник «Эндокринология» – Болезнь Иценко-Кушинга. <http://www.kuban.su/medicine/shtm/baza/endok/part3-31.htm>.
27. Хроническая труднодиагностируемая гипокалиемия. <http://nefro.ru/magazine/article.php?id=10531>.

1.2.2. Сера

Сера (лат. Sulfur) S, химический элемент VI группы периодической системы Менделеева; атомный номер 16, атомная масса 32,06 [6].

Сера относится к весьма распространенным химическим элементам (кларк 4,7-10-2); встречается в свободном состоянии (самородная сера) и в виде соединений – сульфидов, полисульфидов, сульфатов. Вода морей и океанов содержит сульфаты натрия, магния, кальция. Известно более 200 минералов Серы.

Сера – распространенный элемент. Она довольно часто встречается в чистом виде. Но в основном бывает в составе соединений (FeS₂, ZnS, PbS). Ее роль для человеческого организма огромная. Это компонент всех белковых соединений. Она обязательно входит в клеточные структуры, орга-

ны и ткани. Для поддержания этого уровня регулярно нужно употреблять продукты, богатые серой.

Так как этот элемент может встречаться в чистом виде, человечество узнало о нем очень давно. Древние египтяне серой обжигали руду, добывая металлы. Горящую серу использовали для изгнания нечистой силы. Но как самостоятельный химический элемент она была признана химиком Антуаном Лавуазье (фр. Antoine Laurent de Lavoisier; 1743–1794) в 18 веке, доказав ее неметаллическую природу [9].

В природе сера содержится в рудах. Самые простые морские и океанические организмы такие как водоросли, планктон потребляют неорганическую серу и перерабатывают ее в органические соединения серы. Эти органические соединения серы присутствуют в океанической и морской воде. В природе существует постоянный круговорот воды в виде испарения и выпадения осадков. Так вот эти органические соединения серы испаряются вместе с водой, достигают верхних слоев атмосферы и под воздействием ультрафиолета и озона трансформируются в более структурированные органические соединения серы, которые выпадают на землю в виде осадков. Вода, которая содержит соединения серы, после заморозки становится белой. В природе снег и лед белого цвета, а вот если заморозить, к примеру, дистиллированную воду, то она будет прозрачной. Растения накапливают в себе серу, добывая ее из почвы, а животные употребляют их и усваивают уже органические соединения серы [7].

Сера применяется в первую очередь для получения серной кислоты; в бумажной промышленности (для получения сульфит целлюлозы); в сельском хозяйстве (для борьбы с болезнями растений, главным образом винограда и хлопчатника); в резиновой промышленности (вулканизирующий агент); в производстве красителей и светящихся составов; для получения черного (охотничьего) пороха; в производстве спичек.

В медицинской практике применение Серы основано на ее способности при взаимодействии с органических веществами организма образовывать сульфиды и пентатионовую кислоту, от присутствия которых зависят кератолитические (растворяющие – от греч. keras – рог и lytikos -растворяющий), противомикробные и противопаразитарные эффекты. Сера входит в состав мази Вилькинсона и других препаратов, применяемых для лечения чесотки. Очищенную и осажденную Серу употребляют в мазях и присыпках для лечения некоторых кожных заболеваний (себорея, псориаз и других); в порошке – при глистных инвазиях (энтеробиоз); в растворах – для пиротерапии прогрессивного паралича и других [4].

Биологическая роль серы в организме человека

Этот химический элемент – компонент таких аминокислот, как метионин, цистеин, цистин и таурин. Это белковые вещества, которые важны для нашего организма. В организме взрослого человека содержится около 140 серы (2 г на 1 кг веса) [4].

Больше всего ее концентрируется в мышцах, печени, крови, костных тканях, коже.

Сера – составная часть таких важных для организма соединений как кератин, инсулин, кальцитонин, коэнзимы.

Сера при вирусных заболеваниях играет решающую роль. Простудные заболевания происходят из-за вирусов, которые попадая в организм и внедряясь в клетку, видоизменяют белок и начинают быстро размножаться. Иммуитет организма не справляется, повышается температура до 39°C и большинство вирусов (их может быть больше 100 разновидностей) начинают погибать. При детальном исследовании удалось установить тот факт, что при повышении температуры, сера начинает вулканизировать мембраны клеток, таким образом, блокируя вирус, который в конечном итоге погибает. Вот почему многие врачи советуют не сбивать жар, если температура тела не повысилась до 38 °С. Проведено множество исследований, в ходе которых была выявлено, что метастазы при раковых заболеваниях возникают из-за повышенной проницаемости мембран клеток, что в свою очередь ведет к усиленному питанию и интенсивному размножению клеток. Поэтому эта страшная болезнь может быть вызвана и недостатком серы в ежедневном рационе [7].

Роль серы для организма [5, 8, 9]:

- сера формирует пространственную структуру молекул пептидов и белков;
- влияет на состояние волос, ногтей, кожи, костей и суставов (вхождение в состав меланина, кератина и коллагена);
- укрепляет мышечную ткань (особенно в периоды активного роста в детском и подростковом возрасте);
- уменьшает суставные, мышечные боли и судороги;
- является антиоксидантом, защищая клетки от действия свободных радикалов;
- влияет на свертываемость крови;
- в составе серной кислоты, продуцируемой организмом, связывает и выводит токсины, которые попадают в организм извне или образуются в процессе метаболизма;
- поддерживает баланс кислорода в клетках;

- увеличивает устойчивость организма к воздействию радиологического излучения;
- поддерживает нужный уровень глюкозы;
- принимает участие в образовании хрящевой ткани;
- аминокислоты, в которые входит сера, участвуют в синтезе белков, повышающих иммунитет;
- обеспечивает передачу энергии, поскольку ее ионы являются переносчиками электронов, а также принимает участие в транспортировке и фиксации метильных групп;
- принимает участие в выработке желчных кислот, которые помогают усваиваться жирам;
- способствует процессу репликации ДНК и РНК;
- как составная часть витаминов группы В нормализует работу ЦНС;
- является составным компонентом ряда ферментов, аминокислот и гормонов (включая инсулин);
- обладает противоаллергическим воздействием;
- способствует нейтрализации и вымыванию из организма шлаков и токсинов;
- оказывает ранозаживляющий и противовоспалительный эффекты;

До конца роль серы для организма не исследована. Еще не изучены все заболевания, причиной которых может стать дефицит серы. Сегодня есть сведения лишь о симптомах, которые вызывает недостаток аминокислот с серой.

Суточная потребность

Научно обоснованных рекомендаций о суточной норме серы нет. В среднем она составляет для взрослого человека 500-1200 мг.

Для растущего организма, а также для людей, активно занимающихся спортом, потребность увеличивается до 500-3000 мг, поскольку возрастает синтез компонентов соединительной ткани, в котором участвует сера.

Полезные свойства

Серу считают «минералом красоты». Нашим организмом этот элемент используется для регулярного клеточного обновления. Наличие серы в коже, волосяном покрове, ногтях обеспечивает их здоровый вид. Благодаря ей стимулируется синтез собственного коллагена, поддерживающего упругость кожи и замедляющего процессы старения.

Участвуя в процессах выделения желчи в печени, сера способствует процессу нормального пищеварения. Благодаря способности повышать защитные функции иммунной системы, сера помогает организму быстрее справляться с патогенными микроорганизмами.

Этот минерал – составная часть гемоглобина, который принимает участие в транспортировании кислорода по клеткам организма. При снижении его уровня происходит кислородное голодание, которое плохо отражается на общем состоянии человека, и ведет к нарушению работы органов и систем.

С помощью серы синтезируются многие ферментные соединения, гормоны. Она поддерживает глюкозу на нормальном уровне. Поэтому, чтобы снизить потребность в инсулине, пациентам с диабетом иногда вводят серу.

Сера в продуктах питания

Лучший источник серы для организма человека – продукты питания. Концентрация её выше в продуктах животного происхождения, в которых она находится в виде органических белковых соединений (витамин В1, аминокислоты, сульфатиды). Больше всего серы в яйцах, морской рыбе, мясе.

Из растительных продуктов для восполнения организмом серы полезно употреблять злаковые культуры, бобовые, капусту, лук, хлеб.

Чтобы сера лучше проявила свои свойства, растительные продукты лучше принимать в виде соков. Организм быстро пополнит запасы минерала и очистится при этом. Лучше усваивается сера вместе с фтором и железом. Мешают ей хорошо усвоиться молибден, свинец, барий.

Таблица 5. Продукты содержащие серу [1, 5, 9]

Наименование продукта	Содержание серы (мг/100 гр)
Индейка	248
Соя	244
Говядина	230
Баранина	230
Кролик	223
Свинина	220
Щука, окунь, ставрида,	210
Мясо креветки	210
Кета	205
Треска	202

Фундук	190
Курица	184
<u>Миндаль</u>	178
Яйца куриные	177
Фасоль	159
Яйца перепелиные	124
Пшеница	100
Лук	65
Мороженое	37
Молокопродукты	27–29
Фрукты, ягоды	2–18

Сера – важный элемент, участвующий во многих процессах в организме. При его дефиците нарушается работа многих органов и систем. При употреблении натуральных продуктов, содержащих серу, организм может полностью обеспечить себя этим элементом. Следует избегать копченостей, консервов, полуфабрикатов, которые могут содержать вредные серные соединения.

Серу добавляют в лекарственные средства, с помощью которых борются с:

- псориазом;
- чесоткой;
- себореей и другими кожными заболеваниями.

Причины развития дефицита серы [3]:

- избыточное употребление продуктов, содержащих белок;
- дисбактериоз кишечника;
- сбои в обмене серосодержащими соединениями.

Симптомы недостатка серы в организме

Когда серы не хватает, это отражается на общем тоне организма и на иммунитете. Организм становится более восприимчивым к простудным заболеваниям, инфекциям. Человек чувствует хроническую усталость. Из-за плохого очищения организма от токсинов, могут появиться высыпания на коже, она становится дряблой.

Признаки дефицита серы:

- артериальная гипертензия;
- тахикардия;
- высокий уровень глюкозы в крови;
- нарушение работы печени и желчного пузыря;
- запоры;
- пигментные пятна на коже;
- потеря блеска и слабость волос;
- болезненность суставов;
- нарушение репродуктивности.

Избыток серы в организме человека [8]

Элементарная сера безопасна для организма человека, более того, порошок серы является составным компонентом некоторых мазей, используемых в лечении ряда заболеваний кожи, в том числе паразитарных.

Некоторые соединения серы исключительно опасны для человека. К ним можно отнести сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ (вызывает отек легких и удушье), сероуглерод. При избытке серы или нарушениях серного обмена в желудочно-кишечном тракте образуется большое количество сероводорода, что вызывает повышенное газообразование и интоксикацию организма.

Определенную группу риска представляют люди, чья профессия связана с вдыханием сероводорода (вулканологи, шахтеры, рабочие химических производств). Сероводород связывает гемоглобин крови, из-за чего на клеточном уровне развивается удушье. В этом плане действие сероводорода аналогично действию угарного газа. Коварность этого соединения состоит в том, что его запах человек может учуять только при низкой (безопасной) концентрации в воздухе. При высокой концентрации сероводород перестает ощущаться органами обоняния, вызывая лишь легкое ощущение сладости в носоглотке. Симптомами отравления сероводородом являются:

- тремор конечностей и судороги;
- потеря сознания;
- остановка дыхания, кома и смерть.

При хроническом отравлении сероводородом (не летальная концентрация) развиваются:

- головные боли;
- психические расстройства;
- нарушения в работе желудочно-кишечного тракта;
- нарушения дыхательной системы;
- паралич.

Симптомами хронического отравления сернистым газом и сероуглеродом обычно являются:

- заболевания центральной нервной системы, в том числе психические расстройства;
- ослабление зрения;
- мышечная слабость, вялость, хроническая усталость.

В последние годы предметом особой озабоченности врачей является избыток серы, вызванной употреблением продуктов, содержащих сульфиты – серосодержащие соединения, используемые в качестве консервантов в пищевой и консервной промышленности. Особенно часто сульфиты добавляют в алкогольные и безалкогольные напитки. Рекордсменами по содержанию сульфитов являются:

- вина, в которые добавлены искусственные красители (вино в тетрапаках, а также разлитое вдали от мест произрастания винограда, содержит большое количество сульфитов);
- овощи и фрукты с овощебазы (для удлинения сроков их хранения помещения окуривают сернистым газом);
- копчености, колбасы (особенно хамон);
- готовые салаты;
- уксус;
- пиво;
- сидр;
- изюм, чернослив, курага, урюк и другие сухофрукты промышленной заготовки.

Чтобы снизить вредное влияние сульфитов на организм, рекомендуется больше употреблять в пищу яиц, сыров, мяса птицы. Здесь, правда, обнаруживается некоторый парадокс, ведь именно эти продукты питания являются рекордсменами по содержанию серы. Секрет прост: в этих же продуктах содержатся соединения, которые утилизируют избыток серы в организме человека.

Избыток серы в организме может возникнуть и при употреблении совершенно безвредных продуктов питания, при условии, что серосодержащие продукты употребляются в больших количествах, а также в случае нарушения метаболизма серы. В таком случае симптомами избытка серы могут быть:

- высыпания на коже, фурункулез, покраснения и зуд;
- отек и покраснение конъюнктивы;
- появление точечных дефектов на роговице глаз;
- сухость в глазах (ощущение «песка в глазах»);
- ломота в области глазных яблок и бровей;
- слезотечение, повышенная чувствительность к освещению;

- головные боли, головокружение, тошнота и слабость;
- ОРЗ, бронхит;
- нарушения слуха;
- понос, потеря веса, расстройство пищеварения;
- анемия;
- мышечные спазмы;
- обмороки;
- спутанность сознания, ухудшение памяти, психические расстройства.

Лечение отравления соединениями серы [3]:

- Удаление пострадавшего из зоны поражения (при отравлении сероуглеродом, диоксидом серы).
- При попадании на кожу, слизистые оболочки – промывание проточной водой.
- При попадании внутрь – промывание желудка через зонд.
- Антидотная терапия (при отравлении сероводородом).
- Форсированный диурез.
- Кислородотерапия, гипербарическая оксигенация.
- Симптоматическая терапия.
- Специфическая (антидотная) терапия отравлений сероводородом.
- Амилнитрит – ингаляции 0, 2 мл в течение 30 с каждую минуту.
- Натрия тиосульфат противопоказан.
- Симптоматическая лекарственная терапия
- При судорогах – диазепам 10 мг в/в.
- Препараты, улучшающие метаболизм и кровоснабжение головного мозга и периферической нервной системы (например, пиридоксин, пиритинол).
- При неукротимом кашле – кодеин внутрь.
- Бронходилататоры.
- Глюкокортикоиды (преднизолон 2– 5 мг/кг в/в).
- При отравлении сероводородом – 10 мл 10% раствора кальция хлорида или кальция глюконата в/в.
- Антибиотики.

Литература

1. В каких продуктах содержится сера? <http://womanadvice.ru/v-kakih-produktah-soderzhitsya-sera>.
2. За какие процессы в организме отвечает Сера? <http://okvitamin.org/vitamy-i-mineraly/za-kakie-protsessy-v-organizme-otvechaet-sera.html#h3-defitsit-sery-prichiny-i-priznaki#ixzz5CAVfhi9R>.

3. Отравление соединениями серы. http://1-aid.ru/9222-otravlenie_soedineniyami_sery.htm.
4. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
5. Сера. <http://fitfan.ru/nutrition/vitamins/3280-sera.html>.
6. Сера. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=16>.
7. Сера в организме человека: роль, нехватка и избыток, сера в продуктах. <http://muvrasil.ru/zdorovoe-pitanie/sera-v-organizme-cheloveka-rol-nehvatka-i-izby-tok-sera-v-produktah-2>.
8. Сера в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1632-sera-v-organizme-cheloveka.html>.
9. Сера (S) в продуктах питания и её роль в организме человека. <http://ialive.ru/pitanie/mineraly/makroelementy/sera-s-v-produktakh-pitaniya.html>.

1.2.3. Натрий

Натрий (обозначается символом Na) – мягкий серебристо-белый металл, в тонких слоях с фиолетовым оттенком, пластичен (легко режется ножом), свежий срез натрия блестит. Натрий и его соединения окрашивают пламя в ярко-желтый цвет. Величины электропроводности и теплопроводности натрия достаточно высоки, плотность равна 0,96842 г/см³ (при 19,7 °С), температура плавления 97,86 °С, температура кипения 883,15 °С. Под давлением становится прозрачным и красным, как рубин [10].

Натрий высоко активное химическое соединение, поэтому он в чистом виде не встречается (для защиты от кислорода воздуха его хранят под слоем керосина). В природе встречается в виде различных соединений, некоторые из них, например, NaHCO₃ (сода) и NaCl (соль поваренная) уже тысячи лет известны человеку и используются им для различных целей.

Натрий – седьмой из наиболее распространенных элементов и пятый из наиболее распространенных металлов (после алюминия, железа, кальция и магния). Его содержание в земной коре составляет 2,27%. Неиссякаемые запасы хлорида натрия находятся в океанических водах (около 30 кг/ м³).

Натрий впервые был получен английским химиком Гемфри Дэви (Humphry Davy, 1778 — 1829) в 1807 году электролизом расплава гидроксида натрия. Сейчас суммарное производство хлорида натрия из морской воды достигло 6–7 млн. тонн в год, что составляет около трети общей мировой добычи.

Натрий и его сплавы широко применяются как теплоносители для процессов, требующих равномерного обогрева в интервале 450-650 °С – в клапанах авиационных двигателей и особенно в ядерных энергетических установках. В последнем случае жидкометаллическими теплоносителями служат сплавы Na – K (оба элемента имеют малые сечения поглощения тепловых нейтронов, для Na 0,49 барн), эти сплавы отличаются высокими температурами кипения и коэффициентами теплопередачи и не взаимодействуют с конструкционными материалами при высоких температурах, развиваемых в энергетических ядерных реакторах. Соединение NaPb (10% Na по массе) применяется в производстве тетраэтилсвинца – наиболее эффективного антидетонатора. В сплаве на основе свинца (0,73% Ca, 0,58% Na и 0,04% Li), применяемом для изготовления осевых подшипников железнодорожных вагонов, Натрий является упрочняющей добавкой. В металлургии Натрий служит активным восстановителем при получении некоторых редких металлов (Ti, Zr, Ta) методами металлотермии; в органических синтезе – в реакциях восстановления, конденсации, полимеризации и других.

Вследствие большой химической активности Натрия обращение с ним требует осторожности. Особенно опасно попадание на Натрий воды, которое может привести к пожару и взрыву. Глаза должны быть защищены очками, руки – толстыми резиновыми перчатками; соприкосновение Натрия с влажной кожей или одеждой может вызвать тяжелые ожоги.

В живом веществе в среднем содержится 0,02% натрия; в животных его больше, чем в растениях.

Роль натрия в организме

В состав организма взрослого человека входит около 100 г натрия. Такое количество натрия содержится в 250 г поступающей с пищей поваренной соли. Половина всего натрия находится во внеклеточной жидкости, где его концентрация составляет 135-145 ммоль/л что, в свою очередь, почти наполовину определяет осмолярность этого водного сектора. Поэтому удвоенное произведение уровня натрия в сыворотке крови приблизительно указывает величину осмолярности всей внеклеточной жидкости [3].

Треть всего натрия находится в костях. Т.о. в костном депо организма запас поваренной соли составляет около 83 г.

Примерно десятая часть всего натрия или около 10 г размещается внутриклеточно, где он удерживается на уровне 10 ммоль/л. Поддержание

14-кратной разницы концентраций внутриклеточного и внеклеточного натрия является важным условием готовности клетки к передаче нервно-мышечного возбуждения и других жизненно важных процессов в организме. Без него невозможен нормальный баланс жидкости в организме; в форме различных солей он входит в состав крови, лимфы и пищеварительных соков.

Натрий один из важных макроэлементов, необходимых нашему организму. Его биологическая роль в организме может быть представлена следующим образом:

- Первостепенная роль натрия в организме человека заключается в регулировании водного и кислотно-щелочного баланса жидкости во внеклеточной среде организма.
- Наиглавнейшая роль натрия в организме человека заключается в участии в процессе осмоса – обмене жидкостью между внутренней и внешней средой клетки.
- Необходим для работы мышц и передачи нервных импульсов по нервным волокнам.
- Натрий укрепляет сердечно-сосудистую систему, регулирует объем крови, нормализует артериальное давление, влияет на работу миокарда, является сосудорасширяющим макроэлементом.
- Усиливает действие адреналина. Вместе с ионами хлора способствует образованию соляной кислоты в желудке, активизирует деятельность пищеварительных ферментов и стимулирует пищеварение.
- Важнейшая роль натрия в организме заключается в своевременной доставке клеткам источника энергии – глюкозы.
- Жизненно необходим для бесперебойной работы почек.
- Транспортирует углекислый газ.
- Оказывает влияние на обмен белков, участвуя в процессе гидратации.
- Защищает от теплового удара во время жарких летних месяцев.

Усвояемость натрия в организме

Натрий частично всасывается сразу после попадания в желудок, однако большая его часть все же попадает к нам через тонкий кишечник. Он полностью усваивается в организме, а также проникает через легочный эпителий и кожу. После того, как натрий поступил в организм, он начинает участвовать в обменных процессах, действуя как положительно заряженный ион во внеклеточной жидкости.

За количественное содержание натрия в человеческом организме отвечают почки. Они, либо выделяют его при его избытке, либо удерживают

при его недостатке. Поэтому при здоровых почках не может быть ни дефицита, ни избытка этого вещества в организме.

Натрий имеет антагонистические свойства по отношению к калию и может вытеснять его из тканей. При дефиците в пище натрия и калия в организме увеличивается содержание лития. Усвоению натрия способствуют витамины D и K, тогда как дефицит калия и хлора в организме препятствует поступлению натрия.

Выводится натрий из организма в основном с мочой (95%), кишечным содержимым, потом. Максимальная экскреция его с мочой – с 9 до 12 часов дня, тогда как минимальная – ночью.

Обычное суточное выделение поваренной соли составляет около 6 г. При этом большая часть выделяется через почки – 4-6 г. Выделение поваренной соли через кишечник составляет не более 50 – 100 мг в день. При диарее указанная норма превышает в десятки раз, что может привести к обессоливанию организма и даже к гибели. Особенно опасны в данном случае такие заболевания, как энтерит, холера и др. Через кожу даже при отсутствии потения выделяется около 100 мг в день. А при обильном потоотделении, обусловленном лихорадкой или жарой выделение поваренной соли может достигать 18-24 г в сутки. Со слезной жидкостью у взрослого человека теряется 80 – 200 мг поваренной соли [11].

Поступление натрия зачастую существенно превышает его необходимое суточное количество. Регуляция натриевого равновесия в организме осуществляется как по объему внеклеточной жидкости, так и по концентрации натрия в крови. Объемная регуляция производится почками под влиянием ангиотензина II, альдостерона и предсердного натрийуретического фактора (ПНФ). При снижении объема внеклеточной жидкости ангиотензин II и альдостерон способствуют задержке натрия. В случае внеклеточного переводнения ПНФ вызывает увеличение выделения натрия [4].

Концентрационная регуляция уровня натрия в пределах 135-145 ммоль/л производится управлением выделения и задержки воды с помощью антидиуретического гормона (АДГ) [12]. Превышение нормального уровня натрия и осмолярности крови приводит к выделению задней долей гипофиза АДГ и возбуждает в головном мозге центр жажды. Под действием АДГ почки снижают выделение воды, а при утолении жажды общее ее количество в организме возрастает, способствуя нормализации концентрации натрия в крови. И наоборот, снижение уровня натрия и осмолярности крови ниже нормальных величин блокирует поступление АДГ и тормозит центр жажды, что, с одной стороны, приводит к увеличению выделения воды через почки, а, с другой, – к временной задержке ее поступления ввиду подавления желания пить [1].

Суточная потребность организма в натрии

Не существует официальных норм потребления натрия. Однако, по мнению многих специалистов, она составляет для детей от 600 до 1700 миллиграмм, для взрослых от 1200 до 2300 миллиграмм. Дополнительно принимать натрий рекомендуется:

- При условии тяжелых физических нагрузок (спортсменам, людям, занятым на вредных физических работах и т.д.).
- При условии сильного потоотделения (жаркий климат).
- При приеме мочегонных препаратов.
- При заболеваниях, связанных с нехваткой воды в организме (рвота, понос и т.д.).
- При обширных ожогах.
- При недостаточности коры надпочечников (болезнь Аддисона).

Для большинства здоровых людей совершенно безвредно 4 – 6 грамм натрия в день. Это количество содержится в 10 – 15 граммах поваренной соли (1 чайная ложка соли содержит 2 грамма натрия). Ежедневная доза употребленного натрия населением Европы варьируется между 3 и 5 граммами (что соответствует приблизительно 8 -11 граммам пищевой соли), что, по мнению некоторых специалистов, превышает суточную потребность [11].

Увеличить количество натрия в организме человека можно легко – насыпать соли в пищу, уменьшить же гораздо труднее и проблематичнее. Следует также иметь в виду, что натрий в продуктах питания значительно полезней чем, натрий в поваренной соли.

Содержание натрия в продуктах питания

Наш организм не способен самостоятельно вырабатывать натрий, поэтому данный микроэлемент должен поступать в организм с пищей. Содержание природного натрия в пищевых продуктах относительно невелико – 15 – 80 мг%, но в этих количествах он находится практически во всех пищевых продуктах. Главным и широко известным источником натрия является поваренная соль. Значение поваренной соли для нормальной жизнедеятельности нашего организма трудно переоценить (табл. 6).

Таблица 6. Содержание натрия в пищевых продуктах [10]

Продукты	Натрий в мг на 100 г продукта	Продукты	Натрий в мг на 100 г продукта
Сельдь среднесоленая	4800	Колбаса сырокопченая	2200

Колбаса полукопченая	1630	Брынза из овечьего молока	1600
Оливки маринованные	1145	Сыр голландский	1100
Колбаса вареная отдельная	1050	Сыр литовский	960
Капуста квашенная	930	Сардельки свиные	900
Сыр костромской	850	Хлопья овсяные	660
Шпроты в масле	630	Ржаной хлеб	600
Креветки	560	Морская капуста	520
Пшеничный хлеб	520	Майонез «Провансаль»	510
Консервы – томаты с кожицей	480	Свекла натуральная	480
Говядина тушеная (консервы)	440	Батон нарезной	430
Молоко сухое цельное	400	Консервы – горошек зеленый	360
Грибы лисички	300	Камбала	200
Корень сельдерея	125	Речной рак	120
Осетр	100	Телятина	100
Яйца	100	Изюм	100
Шампиньоны	70	Бананы	54
Гречка	33	Черная смородина	32
Абрикосы	30	Картофель	30
Творог	30	Пшено	28
Яблоки	25	Красная смородина,	20
Морковь	20	Финики	20
Земляника	18	Репчатый лук	18
Арбуз	16	Тыква	14
Груша	14	Апельсины	13
Черешня	13	Белокачанная капуста	13

Мандарины	12	Лимон	11
Огурцы	8	Кабачки	2

Многие диетологи считают, что во всех продуктах и без добавления соли вполне достаточно натрия. Чтобы знать, сколько и какого минерала нужно нашему организму в данный момент, достаточно отдать на анализ немного волос или обрезки ногтей, и ионограмма покажет избыток или недостаток каждого микроэлемента.

Недостаток натрия в организме

Недостаток в организме элемента натрия встречается очень редко. Дефицит может возникнуть при его недостаточном поступлении с пищей (бессолевой или вегетарианской диете), а также при избыточном выведении через кожу и почки, при его потере при пищевых отравлениях, сопровождающихся частичным обезвоживанием тканей, при лечении диуретиками и заболеваниях пищеварительного тракта.

Если человек получает с пищей и водой менее 0,5 грамма натрия в сутки, то это приводит к появлению следующих симптомов:

- потеря аппетита, вкуса пищи,
- снижение массы тела,
- желудочные спазмы, тошнота, рвота,
- повышенное газообразование,
- снижение артериального давления,
- утомляемость, головокружение,
- мышечная слабость,
- судороги,
- ухудшение памяти,
- частые перемены настроения,
- частые инфекции,
- кожные высыпания,
- выпадение волос.

Натрий в организме накапливается в тканях костей и это может на время компенсировать его дефицит. Однако отсутствие лечения или его несвоевременность могут привести к летальному исходу, поскольку белки начинают распадаться, осмотическое давление снижаться, а количество азота увеличиваться. Даже употребление большого количества воды в этом состоянии грозит смертью.

Возникающий дефицит натрия никогда нельзя оставлять без внимания и пытаться с ним справиться самостоятельно – намного безопаснее будет

как можно скорее отправиться к врачу и начать лечение согласно его рекомендациям.

Явления нехватки натрия в организме могут наблюдаться как на фоне внеклеточного обезвоживания, так и при внеклеточном переводнении [7, 9].

Гипонатриемия с внеклеточным обезвоживанием

Причины гипонатриемии с внеклеточным обезвоживанием

Сочетанному снижению уровня натрия и объема внеклеточной жидкости способствуют значительные потери:

- через желудочно-кишечный тракт в результате рвоты, диареи, а также через имеющиеся зонды и фистулы [1, 2, 3];
- при чрезмерном потоотделении [19];
- через почки на фоне приема мочегонных препаратов или при заболеваниях почек сопровождающихся увеличением выделения солей [18];
- при надпочечниковой недостаточности [14];
- через наружные потери при термических или механических повреждениях кожи [22].

Клинически большее значение, чем потеря только воды или только натрия, имеет одновременная потеря воды и натрия в более или менее изотоническом соотношении. Если имеется изотония (например, в некоторых случаях острой рвоты, поносов, фистул, кровопотерь), симптомы определяются главным образом уменьшением количества внеклеточной жидкости, причем клинически на передний план выступает картина шока. Чаще, однако, наблюдаются переходы между синдромом потери только воды и синдромом потери только натрия, поэтому противопоставление их возможно лишь при наличии крайних состояний, так что в конкретном случае на основе клинических и лабораторных данных можно только установить, что преобладает: дефицит натрия или дефицит воды.

Дефицит натрия (синдром солевого истощения). Преимущественное обеднение организма натрием можно отличить от преобладания дефицита воды на основании следующих признаков: тахикардия, пониженное артериальное давление и склонность к ортостатическим коллапсам. Эти явления возникают вследствие обусловленного недостатком натрия уменьшения количества внеклеточной жидкости. Основным симптомом дегидратации – жажда – выражен значительно меньше. Напротив, гораздо сильнее выступают на передний план общие явления как выражение клеточной гипергидратации: общая слабость, апатия, расстройства сознания, головная боль, рвота, мышечные судороги. Слюнообразование не прекращается. Кожа холодна на ощупь и при образовании кожных складок последние исчезают лишь постепенно. Моча скорее низкого удельного

веса, тогда как при дегидратации он обычно высокий. Из этого правила имеются, однако, некоторые существенные исключения: при несахарном диабете удельный вес мочи обязательно низкий, несмотря на наличие гидрпенического синдрома. В крови резко повышен показатель гематокрита, так что уменьшение количества внеклеточной жидкости происходит без одновременного сморщивания эритроцитов. Количество остаточного азота, как правило, резко нарастает (уремия вследствие дефицита соли) в отличие от лишь умеренного повышения его при дефиците воды; содержание натрия и хлора уменьшено также в отличие от дефицита воды, при котором содержание этих электролитов нормально или повышено.

Потеря соли (как правило, одновременно с потерей жидкости) через желудочно-кишечный тракт вследствие рвоты (главным образом при стенозе привратника) и продолжительных поносах. На этот синдром следует обратить внимание хирургам при дренировании желудка и кишечника или при потерях панкреатического сока. Опасность развития синдрома особенно велика у больных, которые при потере соли много пьют или получают вливания растворов, не содержащих электролитов.

Тяжесть клинических проявлений гипонатриемии зависит от темпов её развития. Постепенное развитие может быть бессимптомным, так как организм адаптируется к возникшим нарушениям. При быстром развитии гипонатриемии потеря соли сопровождается развитием тяжёлого симптомокомплекса – нарушения кровообращения и расстройства центральной нервной системы. Отмечаются общая слабость, вялость, снижение мышечного тонуса и мышечные подёргивания. Сознание угнетено вплоть до комы. Отчётливо выражен экзикоз: кожа дряблая серо-землистого оттенка, тургор снижен, потеря в весе достигает 10%. АД снижено или не определяется, тоны сердца глухие, пульс слабого наполнения и напряжения, частый. Наряду со снижением концентрации натрия в сыворотке крови нередко обнаруживают повышение содержания остаточного азота (проявление почечной недостаточности и экстрауренальной гиперазотемии).

Потоотделение происходит постоянно [18], даже при низких температурах среды, но значение потоотделение как одного из механизмов регуляции теплоотдачи возрастает с повышением температуры, а при температуре воздуха выше 33° становится доминирующей формой теплоотдачи. При комнатной температуре с поверхности тела испаряется 0,5 – 0,6 л жидкости в сутки. При высокой температуре воздуха, особенно в сочетании с физической работой, потоотделение может достигать 10 – 12 л в сутки. Вода является основным экскретом потовых желез, причем, чем больше организм адаптирован к действию высоких температур, тем более жидкий секрет выделяют потовые железы. Это происходит за счет того, что с внутренней стороны потовой железы создается гипертонический раствор, ко-

торый как осмотический насос насасывает воду из крови и межклеточной жидкости. Чрезмерно длительное и интенсивное потоотделение сопровождается увеличением концентрации пота, прежде всего за счет хлористого натрия, что ведет к ослаблению потоотделения. Прекращение потоотделения обычно наступает перед коллаптоидным состоянием, развивающимся вследствие интенсивного перегревания организма. Если недостаток воды в организме восполняется поглощением жидкости в количестве большем, чем требуется организму, то происходит его обеднение солями, что, в свою очередь, усиливает потоотделение т. О., питьевой режим в условиях жаркого климата должен быть разумно ограничен и тщательно продуман.

Гипонатриемия в 25-30% случаев обусловлена приемом диуретических препаратов. Наиболее часто она наблюдается при использовании тиазидовых диуретиков, реже – петлевых и калийсберегающих препаратов. Более редкое развитие гипонатриемии у больных, получающих петлевые мочегонные, объясняется тем, что последние нарушают почечные механизмы осмотического концентрирования и разведения мочи, тогда как тиазидовые диуретики, преимущественно влияющие в области кортикального разводящего сегмента восходящего колена петли Генле, блокируют лишь механизмы разведения мочи. В основе гипонатриемии и гипоосмотичности крови лежит прежде всего увеличение почечной экскреции натрия, увеличение активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, усиление жажды и повышение питьевой активности, что способствует гемодилюции. Гипокалиемия, вызываемая диуретиками, тоже благоприятствует развитию гипонатриемии, так как ведет к перемещению натрия из внеклеточного пространства внутрь клеток и вызывает изменение реактивности осморецепторов, благодаря чему повышается секреция антидиуретического гормона (АДГ) и повышается реабсорбция осмотически свободной воды [11].

Для развития гипонатриемии при фармакодинамическом взаимодействии диуретиков с другими препаратами имеет значение способность барбитуратов, трициклических антидепрессантов, нестероидных противовоспалительных средств, многих противоопухолевых препаратов повышать секрецию АДГ, а также усиление влияния АДГ на почки на фоне сахароснижающих препаратов – производных сульфонилмочевины (хлорпропамид и др.). Поэтому при сочетании диуретиков с перечисленными препаратами, а также с вазопрессином или окситоцином риск гипонатриемии возрастает.

Гипонатриемия развивается наиболее легко у больных с недостаточностью кровообращения, при быстром устранении массивных отеков, в условиях малосолевой диеты.

Клинические проявления гипонатриемии при использовании диуретиков нечетки. Может обратить на себя внимание уменьшение объема

мочеотделения. Для коррекции гипонатриемии необходимо прежде всего ограничить потребление воды. Отмена диуретика и повышение количества поваренной соли в рационе тоже позволяют нормализовать уровень натрия, но эти меры опасны из-за утяжеления течения основного заболевания. Поэтому можно рекомендовать следующий комплекс мер: уменьшить дозу мочегонного препарата, ограничить потребление воды и назначить соли калия.

При первичной надпочечниковой недостаточности часто возникает пигментация на участках кожи, подверженных воздействию солнечного света, в рубцах (больше в свежих, чем старых), подмышечных областях, в зоне ареол, складках ладонных поверхностей, местах, подвергающихся давлению, а также на видимых слизистых оболочках (слизистых щек, влажной губы, вульвы, ануса), при вторичной – очень редко [14].

Острая надпочечниковая недостаточность (надпочечниковый, аддисонический криз) относится к экстренным проявлениям заболевания и сопровождается выраженной артериальной гипотензией и острой сосудистой недостаточностью. Анорексия может быть ранним признаком заболевания, постепенно прогрессируя и присоединяя к себе тошноту, рвоту, диарею и иногда боль в животе. Могут возникать лихорадка и гипогликемия.

Хроническая надпочечниковая недостаточность сопровождается – слабостью, быстрой утомляемостью, потерей массы тела, тошнотой, рвотой, болью в животе, диареей или запором, общей слабостью, мышечными судорогами и симптомами, указывающими на ортостатическую гипотензию [14]. Могут возникать тяга к соленому и слабая лихорадка. Давление в положении на спине обычно нормальное, но оно почти всегда падает при вставании. Секреция андрогенов утрачивается, что клинически более заметно у женщин, которые могут предъявлять жалобы на исчезновение волос в области подмышечных впадин, лобка и часто страдают от сухости и зуда слизистой влажной губы. При длительном течении заболевания могут возникать психические нарушения, включая ухудшение памяти, депрессию и психоз.

Лечебные меры при гипонатриемии с внеклеточным обезвоживанием

Возмещение недостатка объема и натрия при потерях жидкостей через кишечник может быть обеспечено введением изотонического раствора хлорида натрия. Значительные истечения через раневые поверхности рекомендуется восполнять много солевыми растворами типа лактасола [5]. При проведении инфузий следует:

- для предотвращения перемещения жидкости во внутриклеточное пространство и развития отека мозга производить вливания со скоростью менее 500 мл/ч;

- введение жидкости продолжать до стабилизации артериального давления, что может потребовать инфузии объемов равноценных 5-10% массы тела или 3,5-7 литров;
- при наличии надпочечниковой недостаточности дополнительно вводить стероиды (30-60 мг преднизолона);
- через каждые 3 часа проверять в крови уровень натрия, калия, мочевины, а также диурез и содержания натрия и хлора мочи.
- Гипонатриемия с внеклеточным переводнением
- Гипонатриемия с внеклеточным переводнением возникает при:
 - задержке жидкости, связанной с недостаточностью кровообращения, циррозом печени или почечной недостаточностью;
 - внутривенном введении значительных объемов гипотонических растворов;
 - гипотиреозе, микседематозной коме [13];
 - синдроме неадекватной секреции АДГ (СНСАДГ) [21].

Признаки гипонатриемии с внеклеточным переводнением

Внеклеточное переводнение с гипонатриемией обычно сопровождается:

- отеками, быстрым увеличением массы тела;
- слабостью, ускоренной утомляемостью;
- повышением артериального давления;
- мышечными спазмами, судорогами;
- головной болью, апатией, спутанностью сознания с возможным переходом в кому.

Неврологические проявления обнаруживаются, как правило, при снижении сывороточного натрия до 120–125 ммоль/л, что сопровождается сопутствующим падением осмолярности сыворотки крови, если при этом в крови нет избыточного количества глюкозы, азотистых шлаков или спиртов.

При этом наблюдается снижение плотности мочи и концентрации натрия (<20 ммоль/л). Вместе с тем наличие концентрированной мочи с повышенным содержанием в ней натрия на фоне гипонатриемии может указывать на возможную чрезмерную продукцию антидиуретического гормона или надпочечниковую недостаточность [2].

При патологической задержке воды в организме (при сердечной недостаточности, циррозах печени или почечной недостаточности) развивается гипонатриемия от разведения и одновременно за счёт гидремии снижается концентрация в плазме других составных частей крови – белка, эритроцитов (гемоглобина), липидов; общее количество натрия в организме при гипонатриемии от разведения может быть нормальным и даже повышенным.

Клинические симптомы. Гипонатриемия от недостатка поступления натрия или потери его одинаковы: кожа сухая, эластичность и тургор её

снижены; нередко судороги в мышцах голеней, анорексия, жажда, тошнота и рвота, апатия, сонливость, иногда спутанность сознания, психозы. АД снижено, тахикардия; олигурия или анурия; гипонатриурия, удельный вес мочи снижен. Симптомы гипонатриемии от разведения, особенно при недостаточности кровообращения, развиваются постепенно. Характерны апатия, потеря аппетита, тошнота, рвота, головная боль, сонливость, спутанность сознания, олигурия, анурия, часто периферические отеки, асцит, уремия, кома. При назначении бессолевой диеты возможно нарастание (а не уменьшение) отёков.

Лечение проводят только в плане комплексной терапии основного заболевания с учётом патогенеза гипонатриемии и степени нарушения баланса других электролитов.

Симптоматика «водной интоксикации» во многом напоминает солевое истощение: беспокойство, общее возбуждение, переходящее в спор и кому, резкая гипотония мышц, тремор и мышечные подёргивания, тонико-клонические судороги, коллапс. В более лёгких случаях отмечаются тошнота, головокружение, рвота. Тургор тканей остаётся нормальным, кожа влажная и, в отличие от солевого истощения, нет признаков обезвоживания. В крови снижено содержание натрия, общего белка, гемоглобина, нередко отмечают внутрисосудистый гемолиз, в моче находят эритроциты, цилиндры, белок.

Гипонатриемия на фоне задержки натрия в организме наблюдается главным образом при отёчном синдроме, обусловлена разведением внеклеточного натрия и развивается постепенно. Чаще всего гипонатриемию разведения обнаруживают у больных с выраженной недостаточностью кровообращения, при нефротическом синдроме. Непосредственными причинами гипонатриемии у этих больных считаются расстройство осморегуляции, длительное лечение бессолевой диетой и препаратами диуретического действия. При повторных абдоминальных пункциях у больных с асцитом возникает опасность истощения запасов натрия.

Лечение. При быстром развитии гипонатриемии и значительной тяжести общего состояния требуется немедленное введение солевых растворов.

Если обезвоживание выражено незначительно или отсутствует, для устранения гипонатриемии можно применить 5% раствор хлорида натрия, расчёт дозы которого целесообразно произвести по данным о дефиците натрия в организме. Устранению солевого истощения способствует дополнительное введение 3–5 грамм хлорида натрия внутрь.

При бессимптомной гипонатриемии у детей форсированное введение солей натрия недопустимо. Восстановление солевого баланса должно достигаться постепенным увеличением солей в диете или введением изотонического раствора хлорида натрия парентерально от 20 до 50 милли-

литров на 1 килограмм веса на протяжении 10–12 дней. При «водной интоксикации» показано осторожное введение гипертонических растворов хлорида натрия, ограничение жидкости.

Попытки устранить гипонатриемию разведения введением раствора хлорида натрия всегда ведут к ухудшению общего состояния больных, нарастанию отёков и других проявлений недостаточности кровообращения. Рекомендуется временное ограничение жидкости: больной получает столько воды и жидкой пищи, сколько выделит с мочой за предыдущие сутки. Диуретическим эффектом обладают соли калия, поэтому назначают овощи и фрукты, особенно богатые калием (морковь, картофель, чернослив, изюм), а также препараты калия. Мочегонные средства на период лечения гипонатриемии отменяются.

При микседематозной коме [13] наблюдается резкая гипонатриемия, заторможенность, гипотермия, атаксия, поверхностное дыхание, брадикардия, атриальная гипотония, асцит, анасарка, снижение содержания тиреоидных гормонов в крови. Терапия в подобных случаях включает: применение кислорода и обеспечение адекватной вентиляции при дыхательной недостаточности; исключение препаратов, способных усилить угнетение респираторной или метаболической функции; постепенное согревание больного с гипотермией; коррекцию гипонатриемии путем ограничения потребления жидкости или с помощью гипертонического солевого раствора и фуросемида; коррекцию гипогликемии инфузией глюкозы; лечение гипотонии введением тиреоидных гормонов (тироксин 400–500 мг в/в) и вазопрессоров (по мере необходимости).

Проводя инфузионную терапию у пострадавших от термических или механических повреждений кожи [22], необходимо следить за тем, чтобы концентрация натрия в плазме была не ниже 130 ммоль/л и не выше 145 ммоль/л. Рекомендуется достигать быстрой коррекции гипонатриемии путем вливания 50–100 мл 10% раствора хлорида натрия.

При СНСАДГ, чаще всего, назначают ограничения потребления жидкости до 800–1000 мл/сут, как наиболее эффективный и безопасный метод лечения.

При трудности ограничения потребления жидкости, применяют препараты, блокирующие действие АДГ на дистальные канальцы нефрона, – демеклоциклина или лития карбоната. Применяют также фенитоин, блокирующий секрецию АДГ [12].

При уровне натрия в крови 115–125 ммоль/л:

Демеклоциклин внутрь по 0,6 мг 1–2 р/сут, 5–7 сут, до наступления клинического улучшения или

Фенитоин внутрь по 200–500 мг 1–2 р/сут, 5–7 сут, до наступления клинического улучшения.

Для длительного поддержания нормального уровня натрия в крови:

Мочевина внутрь 30 г/сут, или Фенитоин внутрь по 200–500 мг 1–2 р/сут.

В остром периоде при выраженных симптомах водной интоксикации первоочередной задачей является повышение уровня натрия в крови. Для этого применяют внутривенное введение гипертонического (3%) раствора натрия хлорида) в сочетании с мочегонными препаратами (фуросемидом); особенно это показано больным с гиповолемией, так как терапия фуросемидом вызывает потерю электролитов с мочой и тем самым снижает риск резкого увеличения объема внеклеточной жидкости) и иногда фенитоином. Положительный эффект дает также применение фуросемида в комплексе с приемом поваренной соли до 3 г/сут.

При выраженных симптомах водной интоксикации (уровне натрия в крови <115 ммоль/л):

Натрия хлорид, 3% р-р, в/в 200–500 мл/сут, до наступления клинического улучшения.

Фуросемид в/в 40–120 мг/сут, до наступления клинического улучшения.

Фенитоин в/в 100–300 мг/сут, до наступления клинического улучшения.

Оценка эффективности лечения

Критерии эффективности лечения: при острой гипонатриемии – повышение уровня натрия в крови; при хронической гипонатриемии – нормализация уровня натрия в крови, осмоляльности плазмы и устранение гипергидратации.

При выведении из тяжелого состояния больных с выраженной недостаточностью кровообращения, одышкой, анасаркой используют гемодиализацию с удалением за сеанс до 10–15 л жидкости.

Нормоволемическая гипонатриемия при:

- первичном психогенном чрезмерном потреблении воды;
- после трансуретральной резекции предстательной железы (ТУРП) [6].

Первичная полидипсия – патологическая жажда, обусловленная как органическими (опухоли гипоталамуса), так и функциональными нарушениями тех отделов центральной нервной системы (ЦНС), которые контролируют секрецию АДГ и утоление жажды. Полидипсия возникает, когда порог осмоляльности плазмы крови для утоления жажды становится более низким, чем порог осмоляльности, необходимый для начала секреции АДГ (в норме порог осмолярности плазмы для утоления жажды выше, чем для секреции АДГ). Нарушение нормального соотношения между жаждой и секрецией АДГ обуславливает стойкую полидипсию и полиурию. Психогенная полидипсия – хроническое чрезмерное потребление воды или периодическое потребление очень больших количеств воды. Избыток

воды вызывает увеличение объема, разведение внеклеточной жидкости и гипонатриемию. Снижение осмолярности плазмы подавляет секрецию АДГ и приводит к сильному разбавлению мочи.

Лечение первичной полидипсии. При психогенной полидипсии в части случаев происходит «выздоровление» после объяснения пациенту причины его заболевания или наглядной демонстрации концентрации мочи при ограничении приема жидкости в ходе дифференциальной диагностики. У некоторых пациентов эффективным бывает назначение карбамазепина в дозе 200–400 мг/сут – облегчение жажды может наблюдаться не сразу, а развиваться постепенно в течение месяца, при отсутствии положительного влияния препарата более 1–2 месяцев продолжение его приема не рекомендовано. Одним из подходов к лечению первичной полидипсии может являться применение десмопрессина в прерывистом режиме, т.е. с обязательным пропуском очередной дозы (от ежедневного до нескольких раз в неделю). Это позволяет сократить объем выделяемой мочи и нивелировать проявления жажды. Но необходимо заметить, что такая терапия подойдет только тем пациентам с первичной полидипсией, которые могут испытывать чувство насыщения жидкостью, у других пациентов неминуемым будет развитие водной интоксикации на фоне приема десмопрессина. В некоторых случаях могут оказаться неэффективными как психотерапия, так и применение психотропных препаратов.

При проведении трансуретральной резекции предстательной железы для орошения мочевого пузыря не применяют растворы электролитов, потому что они рассеивают пропускаемый через петлю электрический ток. Вода в силу гипотоничности лизирует эритроциты, что обеспечивает отличную видимость, но при всасывании в большом количестве она быстро приводит к острому водному отравлению [23]. Воду используют для орошения только при трансуретральной резекции опухолей мочевого пузыря (ТУРП). При ТУРП чаще всего применяют близкие к изотоническим неэлектролитные орошающие растворы: 1,5 % раствор глицина (230 мОсм/л), смесь 2,7 % раствора сорбитола и 0,54 % раствора маннитола (195 мОсм/л). Реже используют 3 % раствор маннитола, 3,3 % раствор сорбитола, 2,5–4 % раствор глюкозы и 1 % раствор мочевины. Эти растворы все же гипотоничны, поэтому при их использовании происходит всасывание значительного количества воды. Орошающее растворы вводят под давлением, что способствует всасыванию растворенных в них веществ.

Всасывание орошающего раствора зависит от продолжительности ТУРП и давления нагнетания. В большинстве случаев продолжительность ТУРП составляет 45–60 мин, а орошающая жидкость всасывается в среднем со скоростью 20 мл/мин. Попадание в системный кровоток значительного количества орошающей жидкости быстро приводит к интерстици-

альному и альвеолярному отеку легких, особенно при сниженном сердечном резерве. В силу гипотоничности орошающих растворов развивается также острая гипонатриемия и гипоосмоляльность, которые проявляются выраженными неврологическими нарушениями. Обычно симптомы гипонатриемии не появляются до тех пор, пока концентрация натрия в плазме не снизится < 120 ммоль/л. При значительной гипотоничности плазмы ($[Na^+] < 100$ экв/л) развивается острый внутрисосудистый гемолиз.

Чем раньше выявлен ТУРП-синдром, тем легче его устранить. Интенсивность лечения определяется тяжестью проявлений. Удаляя всосавшуюся воду, предотвращают гипоксемию и гипоперфузию. В большинстве случаев достаточно ограничить поступление жидкости и ввести петлевые диуретики. Клинически выраженную гипонатриемию, проявляющуюся судорогами и комой, лечат гипертоническим раствором хлорида натрия. Судороги устраняют малыми дозами мидазолама (2-4 мг), диазепам (3-5 мг) или тиопентала (50-100 мг). Внутривенное введение фенитоина в дозе 10 -20 мг/кг (но не быстрее 50 мг/мин) обеспечивает более устойчивый противосудорожный эффект. Для предотвращения аспирации рекомендуется интубировать трахею и оставить эндотрахеальную трубку до тех пор, пока не нормализуется психическое состояние больного. Объем и скорость введения гипертонического раствора хлорида натрия (3 или 5 %), применяемого для коррекции гипонатриемии, зависят от концентрации натрия в плазме. Во избежание гиперволемии скорость введения гипертонического раствора хлорида натрия не должна превышать 100 мл/ч.

Избыток натрия в организме

Избыток натрия в организме может возникнуть при длительном употреблении пищи с избыточным количеством соли, а также при сахарном диабете, высоком артериальном давлении, проблемах с почками и надпочечниками, лечении кортикостероидами, например, кортизоном, при стрессе. В стрессовых ситуациях надпочечники вырабатывают в больших количествах гормон альдостерон, способствующий задержке натрия в организме [8].

Симптомы избытка натрия:

- задержка жидкости в организме и, как следствие, возникновение отеков,
- повышенная возбудимость нервной системы,
- двигательное беспокойство, человек может проявлять гиперактивность,
- жажда,
- снижение функции почек (повышение содержания остаточного азота в крови),

- повышение артериального давления,
- повышение температуры тела,
- судороги мышц,
- повышение потливости,
- аллергия.

Избыток натрия в организме может проявляться повышенной возбудимостью, частым мочеиспусканием, гиперактивностью и впечатлительностью. Особенно это касается детей. Другими симптомами являются также повышение жажды и потливости. Переизбыток натрия приводит к отекам ног и лица, а также к развитию гипертонии [8].

При избыточном употреблении в пищу поваренной соли отмечается задержка в организме жидкости, которая затрудняет работу сердца и почек и может вызвать повышение артериального давления. В этих случаях резко ограничивают в суточном рационе количество поваренной соли («бессолевая диета») для больных с сердечно-сосудистой недостаточностью, гипертонической болезнью и рядом заболеваний почек.

Наши почки в состоянии переработать только примерно 20–30 граммов соли в сутки. Больше ее количество уже представляет опасность для здоровья. Токсичность поваренной соли для человека, установленная по минимальной летальной дозе, составляет 8,2 г/кг веса при пероральном введении.

При гипернатриемии поваренная соль должна полностью исключаться из рациона. Выводу излишков натрия из организма хорошо способствуют кисломолочные продукты.

Гипернатриемия

Причины гипернатриемии

Гипернатриемия может развиваться при:

- избыточном поступлении натрия в организм в составе соленой пищи;
- внутривенных введениях гипертонического раствора хлорида натрия или бикарбоната натрия;
- чрезмерно обильном зондовом питании;
- значительных потерях воды через легкие и кожу (искусственная вентиляция легких, избыточная потливость);
- обильном диурезе (при сахарном и несахарном диабете, осмотических диуретиках, интерстициальном нефрите) [16, 17];
- гормональной задержке натрия при первичном альдостеронгизме,
- повышении уровня глюкокортикоидов в послеоперационном периоде,
- тяжелой черепно-мозговой травме [20].

Признаки гипернатриемии

Гипернатриемия проявляется:

- чувством жажды, развиваясь при невозможности её утоления (у младенцев, пожилых немощных или больных в коме);
- мышечной слабостью, чувством усталости;
- сухостью языка и слизистых оболочек, снижением тургора кожи;
- беспокойством, тоническими судорогами, делирием и в тяжелых случаях может привести к коме.

Гипернатриемия характеризуется концентрацией натрия в плазме более 145 мэкв/л, вызванной дефицитом воды по отношению к растворенному веществу. Основным симптомом является жажда; другие клинические проявления носят в основном неврологический характер (вследствие осмотического перехода воды из клеток), включают нарушение сознания, чрезмерную нервно-мышечную возбудимость, судороги и кому. Диагностика основана на измерении уровня натрия сыворотки. Лечение обычно заключается в контролируемом возмещении воды. Если не наблюдается должного ответа, необходимо дальнейшее обследование (например, контролируемое обезвоживание или введение АДГ) для выяснения причины.

В норме при увеличении концентрации натрия во внеклеточной жидкости тотчас же включаются компенсаторные механизмы, направленные на восстановление натриевого гомеостаза (жажда, перераспределение воды во внеклеточный сектор, секреция АДГ с задержкой воды почками).

Причины гипернатриемии

Гипернатриемия развивается вследствие двух основных механизмов – дефицит воды в организме и избыточное поступление в организм натрия.

Дефицит воды может быть связан с недостаточным её поступлением в организм, однако основной причиной развития дефицита воды считают усиленную её потерю. Потеря воды может сопровождаться одновременной потерей натрия или быть изолированной.

Сочетанная потеря воды и натрия имеет место при избыточном потоотделении, а также при развитии осмотического диуреза (сахарный диабет с глюкозурией, хроническая почечная недостаточность, полиурическая стадия острой почечной недостаточности). Изолированная потеря воды имеет место при развитии усиленного водного диуреза при таких заболеваниях, как несахарный диабет центрального генеза, нефрогенный несахарный диабет и несахарный диабет, развившийся под воздействием лекарств [16, 17].

Избыточное поступление натрия с пищей, введение гипертонических растворов и состояние гиперальдостеронизма также могут быть причиной гипернатриемии. Гипернатриемия, развившаяся в условиях обычного

поступления натрия в организм, связана с выходом натрия из клеток во внеклеточное пространство, что сопряжено с созданием в нём высокого осмотического градиента. По законам сохранения осмотического равновесия из клеток начинает выходить вода и развивается внутриклеточная дегидратация, которая служит проявлением всех видов гипернатриемии, в то время как объём внеклеточной жидкости может быть различным.

Гипернатриемия у взрослых характеризуется уровнем смертности 40-60 %. Гипернатриемия обычно предполагает нарушение механизма жажды или ограниченный доступ к воде. Высокий уровень смертности предположительно объясняется тяжестью заболеваний, обычно приводящих к невозможности пить, и эффектами гиперосмоляльности мозга. У пожилых людей наблюдается высокая предрасположенность, особенно в теплую погоду, вследствие снижения чувства жажды и наличия различных заболеваний.

Гиповолемическая гипернатриемия наблюдается при потере натрия с сопутствующей относительно большей потерей воды. К основным внепочечным причинам относится большинство тех, которые вызывают и гиповолемическую гипонатриемию. Гипернатриемия или гипонатриемия могут наблюдаться при значительной потере жидкости в зависимости от относительного количества потерянных воды и натрия, а также количества воды, потребленной перед проявлением.

Почечные причины гиповолемической гипернатриемии включают прием диуретиков. Петлевые диуретики ингибируют реабсорбцию натрия в концентрационном отделе нефрона и могут повысить очищение воды. Осмотический диурез также может нарушить концентрационную функцию почек вследствие наличия гипертонических веществ в просвете трубочек дистальной части нефрона. Глицерол, маннитол и иногда мочеви́на могут вызвать осмотический диурез, приводящий к гипернатриемии. Вероятно, самой частой причиной гипернатриемии вследствие осмотического диуреза является гипергликемия у пациентов с сахарным диабетом. Так как глюкоза не проникает в клетки при отсутствии инсулина, гипергликемия вызывает дальнейшую дегидратацию внутриклеточного сектора. Степень гиперосмоляльности может быть неясной вследствие искусственного снижения уровня натрия в плазме в результате движения воды из клеток во внеклеточный сектор. Пациенты с заболеваниями почек также могут быть предрасположены к гипернатриемии при невозможности почек максимально концентрировать мочу.

Основные причины гипернатриемии

- Гиповолемическая гипернатриемия (снижение общего водного объёма и натрия; относительно большее снижение общего водного объёма).

- Внепочечные потери
- Желудочно-кишечные: рвота, диарея.
- Кожа: ожоги, повышенное потоотделение.
- Почечные потери
- Заболевания почек.
- Петлевые диуретики.
- Осмотический диурез (глюкоза, мочеви́на, маннитол).
- Нормоволемическая гипернатриемия (снижение общего водного объёма; практически нормальное общее содержание натрия в организме)
- Внепочечные потери
- Дыхательные: тахипноэ.
- Кожа: лихорадка, повышенное потоотделение.
- Почечные потери
- Центральный несахарный диабет.
- Нефрогенный несахарный диабет.

Другие:

- Отсутствие доступа к воде.
- Первичная гиподипсия.
- Феномен перестройки осморегуляции «Reset osmostat».
- Гиперволемическая гипернатриемия (повышение натрия; норма или повышение общего водного объёма).
- Введение гипертонических растворов (гипертонический солевой, бикарбоната натрия, парентеральное питание).
- Избыток минералокортикоидов
- Опухоли надпочечников, секретирующие дезоксикортикостерон.
- Врожденная гиперплазия надпочечников (вызванная дефектом 11-гидролазы).
- Ятрогенная

Нормоволемическая гипернатриемия обычно характеризуется уменьшением общего водного объёма с нормальным содержанием натрия в организме. Внепочечные причины потери жидкости, такие как повышенное потоотделение, приводят к небольшой потере натрия, однако в связи с гипотоничностью пота гипернатриемия может развиваться до значительной гиповолемии. Дефицит практически чистой воды наблюдается также при центральном или нефрогенном несахарном диабете.

Идиопатическая гипернатриемия (первичная гиподипсия) иногда наблюдается у детей с повреждением головного мозга или у хронически больных пожилых пациентов. Характеризуется нарушением механизма жажды, изменением осмотического стимула к выбросу АДГ или их сочетанием. При неосмотическом выбросе АДГ у пациентов обычно наблюдается нормоволемия.

В редких случаях гипернатриемия ассоциирована с гиперволемией. В данном случае гипернатриемия вызвана значительным повышением потребления натрия с ограниченным доступом к воде. Примером может являться избыточное введение гипертонического бикарбоната натрия при сердечно-лёгочной реанимации или при лечении лактоацидоза. Гипернатриемия также может быть вызвана введением гипертонического солевого раствора или чрезмерным потреблением с пищей.

Гипернатриемия особенно часто наблюдается у пожилых людей. К причинам относятся недостаточная доступность воды, нарушение механизма жажды, нарушение концентрационной способности почек (вследствие приема диуретиков или потери функционирующих нефронов с возрастом или при заболевании почек), повышение потери жидкости. У пожилых людей выброс АДГ повышен в ответ на осмотические стимулы, но снижен в ответ на изменения объема и давления. У некоторых пожилых пациентов может быть нарушена продукция ангиотензина II, что непосредственно способствует нарушению механизма жажды, выброса АДГ, концентрационной функции почек. Среди пожилых людей гипернатриемия особенно часто наблюдается у послеоперационных больных, а также у пациентов, получающих питание через зонд, парентерально либо при введении гипертонических растворов.

Варианты гипернатриемии

Гемодинамический вариант гипернатриемии зависит от распределения натрия во внутрисосудистом и интерстициальном пространствах. В клинике выделяют несколько вариантов гипернатриемии – гиповолемическую, гиперволемическую и изоволемическую.

Гиповолемическая гипернатриемия развивается вследствие потери гипотонической жидкости через почки, желудочно-кишечный и респираторный тракт или кожу. Основные причины развития гиповолемической гипернатриемии в нефрологической практике – длительное использование осмотических диуретиков, острая почечная недостаточность в стадии полиурии, хроническая почечная недостаточность в фазе полиурии, постобструктивная нефропатия, лечение перитонеальным диализом.

Причиной гиперволемической гипернатриемии чаще всего выступают ятрогенные факторы – введение гипертонических растворов, лекарств. В патологии этот вариант электролитных нарушений наблюдают при избыточной продукции минералокортикоидов, эстрогенов, синдроме Иценко-Кушинга, сахарном диабете. Основные причины развития гиперволемической гипернатриемии в нефрологической практике – острый нефритический синдром, острая почечная недостаточность в стадии олигурии, хроническая почечная недостаточность в стадии олигурии, нефротический

синдром. Положительный баланс натрия в этих условиях в значительной степени определён снижением скорости клубочковой фильтрации.

Основной причиной изоволемической гипернатриемии выступает несахарный диабет. Из-за отсутствия продукции АДГ (несахарный диабет центрального генеза) или нечувствительности почек к АДГ (почечный несахарный диабет) в большом количестве выделяется гипотоническая моча. В ответ на потерю жидкости возникает стимуляция центра жажды, и потеря жидкости восполняется. Гипернатриемия при этих состояниях, как правило, невысокая.

Симптомы гипернатриемии

Основной симптом жажда. Отсутствие жажды у пациентов с гипернатриемией, находящихся в сознании, может свидетельствовать о нарушении механизма жажды. Пациенты, имеющие коммуникативные проблемы, иногда не могут выразить жажду или получить необходимую воду. Основные признаки гипернатриемии вызваны нарушением деятельности центральной нервной системы вследствие сморщивания клеток мозга. Могут развиваться нарушение сознания, чрезмерная нервно-мышечная возбудимость, судороги или кома; у пациентов, умирающих от тяжелой гипернатриемии, часто наблюдаются церебро-сосудистые нарушения с субкортикальными или субарахноидальными кровоизлияниями.

При хронической гипернатриемии в клетках ЦНС появляются осмотически активные вещества и увеличивают внутриклеточную осмоляльность. Следовательно, степень дегидратации клеток мозга, а также симптомы со стороны центральной нервной системы при хронической гипернатриемии менее тяжелые по сравнению с острой.

Если гипернатриемия развивается с нарушением общего содержания натрия в организме, присутствуют типичные симптомы нарушения объема жидкости. Большие количества гипотоничной мочи обычно выделяются у пациентов с нарушением концентрационной функции почек. Если потери являются внепочечными, причина потери воды часто очевидна (например, рвота, диарея, повышенное потоотделение), а почечный уровень натрия является низким.

Симптомы гипернатриемии связаны с поражением центральной нервной системы и находятся в прямой зависимости от уровня натрия в крови. При умеренной гипернатриемии (концентрация натрия в крови менее 160 ммоль/л) ранними признаками нарушения электролитного баланса выступают неврологические проявления: раздражительность, сонливость, слабость. При возрастании уровня натрия в крови свыше 160 ммоль/л развиваются судороги, кома [8]. При сохранении этой концентрации натрия в течение 48 ч смертность больных составляет более 60%. Непосредственной

причиной смерти в этой ситуации является внутриклеточная дегидратация, приводящая к необратимым изменениям в системе сосудов головного мозга. В то же время длительно существующая (хроническая) умеренная гипернатриемия, как правило, лишена определённой неврологической симптоматики. Это связано с тем, что в ответ на дегидратацию в клетках сосудов головного мозга синтезируются «идиогенные осмоли», которые препятствуют потере жидкости клетками головного мозга. Это обстоятельство необходимо учитывать, так как при быстрой регидратации таких больных может возникнуть отёк головного мозга.

У пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой в критических состояниях часто встречаемый вариант гипернатриемии с гиперосмолярностью при недостаточном потреблении воды. Как правило, гипернатриемия при не восполненных потерях (с мочой, потом, кишечными выделениями и т.д.) жидкости и сохранной концентрационной функции почек не достигает высоких цифр (не более 155–160 ммоль/л). Ее развитие происходит у больных с измененным уровнем сознания (в том числе медикаментозными средствами), а также лишенных возможности восполнять теряемую жидкость самостоятельно (фиксация в постели, вынужденное положение и т.д.). Это могут быть больные с нарушениями глотания. Развитие дефицита жидкости может быть следствием гипертермии и потерь на перспирацию, особенно при отсутствии адекватного увлажнения вдыхаемого воздуха у больных на искусственной вентиляции лёгких, на фоне применения диуретиков и т.д. При этом почки компенсаторно концентрируют мочу, одновременно усиливая задержку натрия и натрия связанной воды с целью поддержания объёма циркулирующей крови. Центральное венозное давление в этих условиях снижено или отрицательное.

Вне зависимости от первопричины гиперосмолярного гипернатриемического синдрома его развитие является ограничением для проведения осмодиуретической терапии с целью контроля внутричерепной гипертензии. Это ограничение обусловлено высоким риском развития осмотического повреждения паренхиматозных органов, в первую очередь, мозга и почек, как наиболее уязвимых к действию осмотически активных препаратов (маннитол, маннит, гипертонические растворы хлорида натрия) в условиях гиперосмолярности. Считается, что верхним пределом гипернатриемии и гиперосмолярности для ограничения осмодиуретической терапии является содержание натрия в плазме крови свыше 155–160 ммоль/л и осмолярности плазмы крови более 320 мосм/л.

Терапией выбора при необходимости контроля внутричерепной гипертензии, в случае развития гиперосмолярного гипернатриемического синдрома, является применение салуретиков (фуросемид, лазикс). Они обладают меньшим влиянием на внутричерепное давление, чем маннитол,

но учитывая натрийуретический эффект, их применение у больных с внутричерепной гипертензией целесообразно при развитии гипернатриемии и гиперосмолярного состояния, когда использование осмотических препаратов противопоказано. Кроме того, салуретики потенцируют и удлиняют эффект маннитола на внутричерепное давление. В зависимости от ситуации, фуросемид используют в дозе 0,5–1 мг/кг массы тела, а в некоторых случаях, и в более высоких дозах.

При гипернатриемии, связанной с недостаточным потреблением жидкости первоочередным мероприятием является восстановление объема циркулирующей крови и постепенная регидратация больного. Дефицит объема циркулирующей крови, в первую очередь, восполняется коллоидами, а затем кристаллоидами.

Диагностика гипернатриемии

Диагностика гипернатриемии основана на клинических проявлениях и измерении уровня натрия. Если у пациента не развивается ответ на обычную регидратацию или если наблюдается рецидив гипернатриемии, несмотря на адекватный доступ к воде, необходимо дальнейшее диагностическое исследование. Определение исходной причины требует измерения объема и осмолярности мочи, особенно после обезвоживания.

Исследование с обезвоживанием иногда применяется для дифференцирования нескольких состояний, характеризующихся полиурией (например, центральный и нефрогенный несахарный диабет).

Лечение гипернатриемии

Основной целью лечения является возмещение осмотически свободной воды. Пероральная гидратация эффективна у пациентов, находящихся в сознании, без значительной желудочно-кишечной дисфункции. При тяжелой гипернатриемии или при невозможности пить вследствие продолжающейся рвоты или нарушения психического состояния предпочтительнее внутривенная гидратация. Если гипернатриемия продолжается менее 24 часов, коррекция должна быть произведена в течение 24 часов. Но, если гипернатриемия является хронической или продолжительность неизвестна, коррекция должна быть произведена в течение 48 часов, осмолярность плазмы должна снижаться со скоростью не более 2 мОсм/л/ч во избежание отека мозга, вызванного избыточной гидратацией. Количество воды, необходимой для возмещения существующего дефицита, может быть рассчитано по следующей формуле:

Недостающий объем жидкости (DTBW) зависит от соотношения нормального внеклеточного уровня натрия (Nan) к степени гипернатриемии у пациента ($Na > n$) в соотношении с общим объемом воды в организме, составляющим у мужчин 60% веса W_p ($0,6 \times W_p$), у женщин 52% веса ($0,52 \times W_p$):

$$DTBW = (Na_{>n} - Na_n) / Na_n \times 0,6 [0,52] \times W_p.$$

К примеру: при $Na_n = 140$ ммоль/л, $Na_{>n} = 160$ ммоль/л, у мужчины с $W_p = 70$ кг, $DTBW = (160 - 140) / 140 \times 0,6 \times 70 = 20 / 140 \times 42 = 1/7 \times 42 = 6$ л. Следовательно, в заданном примере больной нуждается в переливании 6 литров глюкозо-электролитного раствора.

У пациентов с гипернатриемией и гиперволемией (повышенное общее содержание натрия в организме) дефицит свободной воды может возмещаться 5 % раствором глюкозы, который может дополняться петлевым диуретиком. Однако слишком быстрое введение 5 % раствора глюкозы может привести к глюкозурии, увеличивая экскрецию воды без соли и гипертоничность, особенно при сахарном диабете. Калия хлорид должен вводиться в зависимости от концентрации калия в плазме.

У пациентов с нормоволемической гипернатриемией применяется введение 5 % раствора декстрозы или 0,45 % солевого раствора.

Пациентам с гиповолемической гипернатриемией, особенно пациентам, страдающим диабетом, с не кетоновой гипергликемической комой, можно вводить 0,45 % солевой раствор в качестве альтернативы комбинации 0,9 % физиологического раствора и 5 % раствора декстрозы для восстановления уровня натрия и воды. При наличии тяжелого ацидоза ($pH < 7,10$) к 5 % раствору декстрозы или 0,45 % солевому раствору можно добавить раствор бикарбоната натрия, но получившийся раствор должен быть гипотоническим.

Лечение гипернатриемии заключается во введении адекватного количества воды.

В условиях остро развившейся гипернатриемии восполнение дефицита воды следует проводить быстро, чтобы предупредить риск отёка головного мозга в связи с накоплением в нём натрия и высокоосмотических органических веществ. В этой ситуации при введении воды удаётся быстро вытеснить натрий во внеклеточное пространство.

В то же время в условиях хронической гипернатриемии быстрое введение жидкости опасно и может привести к отёку головного мозга. Это связано с тем, что органические вещества и электролиты уже накопились в мозге и на их удаление требуется от 24 до 48 ч. При наличии клинических симптомов хронической гипернатриемии тактика врача заключается в первоначальном быстром введении такого объёма жидкости, чтобы концентрация натрия снижалась не более чем на 1-2 ммоль/л/ч. После исчезновения клинической симптоматики гипернатриемии оставшийся дефицит воды восполняют в течение 24-48 ч. Лечение гипернатриемии необходимо совмещать с постоянным и тщательным наблюдением за неврологическим статусом пациента. Ухудшение состояния после периода острого введения жидкости может свидетельствовать о развитии отёка головного мозга, что требует срочного прекращения процедуры.

Наряду с мерами по устранению причины гипернатриемии проводится восполнение водных потерь. При возможности следует отдавать предпочтение естественному пути введения воды через желудочно-кишечный тракт.

Инфузионная терапия основывается на введении глюкозо-электролитных растворов, используемых при общем обезвоживании:

- 5% раствор глюкозы – 800мл;
- 0,9% раствор хлорида натрия – 200 мл;
- 30 ммоль хлорида калия.

Способы введения воды пациентам различны – от употребления внутрь до введения через назо-гастральный зонд или внутривенно. Для внутривенного введения можно использовать отдельно гипотонический раствор натрия хлорида или 5% раствор декстрозы. Вводить чистую воду нельзя из-за опасности развития гемолиза. При назначении растворов, содержащих глюкозу, одновременно используют рассчитанную дозу инсулина.

Сейчас появляется всё больше сторонников бессолевой диеты, заявляющих о полном вреде «белого яда». На исследования о поисках доказательств вреда соли уже затрачены миллионы долларов. Однако, до сих пор никаких достоверных и обоснованных сведений, ни для сторонников, ни для противников употребления соли, не выявлено. Одно исследование показало, что среди тех добровольцев, которые употребляли повышенное количество соли, участились случаи заболевания катарактой. Оказалось, что соль влияет на повышение давления в организме, не исключая и глазное давление.

Другое исследование показало, что ограничение соли в рационе человека приводит к повышению риска сердечно-сосудистых заболеваний. Более того, это исследование показало, что при полном отказе от соли снижается выработка гормона инсулина и повышается концентрация гормона ренина, влияющего на повышение риска смерти от внезапного инсульта или инфаркта.

Таким образом, весы ещё не склонились ни в сторону противников, ни в сторону сторонников соли.

Литература

1. Бабичев А.В. Патология водно-электролитного гомеостаза. СПбГПИМА. 2003. – 136 с.
2. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (перевод с англ. Проф. В.И. Легезы). М.-СПб. 2000, 320 с.
3. Постников А.А. Водно-минеральный обмен. «Триада-фарм». М. 2006, 238 с.

4. Практическая трансфузиология. Под ред. Г.И. Козинца. Практическая медицина, М. 2005, 544 стр.
5. Рагимов А.А., Щербакова Г.Н. Руководство по инфузионно-трансфузионной терапии. «Медицинское информационное агентство» М. 2003, 182 стр.
6. Эдвард Морган-мл., Мэгид С. Михаил. Анестезиология: книга 2-я. – Пер. с англ. – М.-СПб.: Издательство БРШОМ-Невский Диалект, 2000. 366 с.
7. Гипонатриемия. http://www.ordodeus.ru/Ordo_Deus12_Giponatremiya.html.
8. Гипернатриемия http://ilive.com.ua/health/gipernatriemiya-prichiny-simptomu-diagnostika-lechenie_78135i15945.html.
9. Дефицит натрия. Причины дефицита натрия. <http://meduniver.com/Medical/profilaktika/501.html>.
10. Избыток натрия в организме. <http://www.ukzdor.ru/natriy.html>.
11. Каковы потери соли организмом? http://www.medmoon.ru/bolezni/poteri_soli_organizmom.html.
12. Лечение синдрома неадекватной секреции вазопрессина. <http://gormonivnorme.ru/vazopressin.html>.
13. Микседематозная кома. <http://www.pitermed.com/simptomy-bolezni/?cat=10&word=50160>.
14. Надпочечниковая недостаточность. <http://surgeryzone.net/info/infor-maciya-po-endokrinologii/nadpochechnikovaya-nedostatochnost.html>.
15. Натрий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=11>.
16. Несахарный диабет. ... <http://www.mif-ua.com/education/symposium/nesaharnyj-diabet-epidemiologiya-diagnostika-klinicheskaya-simptomatika-lechenie>.
17. Несахарный диабет. <http://www.medicalj.ru/diseases/endocrinology/981-nesaharnyi-diabet>.
18. Побочное действие диуретиков. http://www.provisor.com.ua/archive/2003/N19/art_30.php.
19. Потоотделение. <http://ladoni.ru/apocrine/sweating.html>.
20. Принципы интенсивной терапии тяжелой черепно-мозговой травмы. <http://medznate.ru/docs/index-66339.html?page=4>.
21. Синдром неадекватной секреции антидиуретического гормона. http://www.voed.ru/sind_nead_secr_antidiuretic_horm.htm.
22. Термические ожоги. <http://www.eurolab.ua/diseases/1350>.
23. Трансуретральная резекция простаты. <http://medicinapediya.ru/terapiya-anesteziologiya-intensivnaya/transuretralnaya-rezektsiya-prostatyi.html>.

1.2.4. Хлор

Хлор (Cl) – химический элемент, порядковый номер которого в Периодической системе Д.И. Менделеева 17. Галоген (вместе со фтором, бромом, йодом). Представляет химически активный неметалл, поэтому в элементарном виде в природе почти не встречается [1].

При нормальных условиях чистый хлор представляет собой двухатомный ядовитый газ желтовато-зеленого цвета, который в 3,5 раза тяжелее воздуха. Именно это его свойство использовалось немцами во время Первой мировой войны: хлор растекался по поверхности земли, заполняя все низменности и впадины (окопы и другие наземные фортификационные сооружения), оказывая сильное поражающее действие [4].

Запах чистого хлора ни с чем не спутать – резкий, сладковатый, с металлическим привкусом. При взаимодействии хлората кальция (хлорки) с водой выделяется элементарный хлор, так что запах хлора хорошо известен всем, кто побывал в туалете сразу после его санобработки.

Впервые чистый хлор был получен в 1774 г. в Швеции. Это открытие сделал химик Карл Вильгельм Шеёле (Carl Wilhelm Scheele; 1742–1786). Несмотря на столь позднее открытие элементарного хлора, с его соединениями человечество знакомо с незапамятных времен, ведь всем известная поваренная соль – это хлорид натрия. В таком виде хлор совершенно безопасен для человеческого организма, если, конечно, не переходить грань разумного.

Вообще, хлор – весьма распространенный химический элемент, и самый распространенный на Земле галоген. В силу высокой химической активности он быстро соединяется со многими металлами, образуя растворимые соли – хлориды. Основные запасы хлора сконцентрированы в Мировом океане (среднее содержание хлора в морской воде составляет 19 г/л).

Свойства хлора позволяют активно применять его в промышленности. С помощью этого химического элемента получают различные хлорорганические соединения (винилхлорид, хлоро-каучук и др.), лекарственные препараты, дезинфицирующие средства. Но самая большая ниша, занятая в промышленности, это производство соляной кислоты и извести. Широко применяются методы очищения питьевой воды. На сегодняшний день пытаются отойти от этого метода, заменив его озонированием, поскольку рассматриваемое нами вещество негативно влияет на организм человека, к тому же хлорированная вода разрушает трубопроводы. Вызвано это тем, что в свободном состоянии Cl пагубно влияет на трубы, изготовленные из полиолефинов. Тем не менее большинство стран отдает предпочтение именно методу хлорирования. Также хлор применя-

ется в металлургии. С его помощью получают ряд редких металлов (ниобий, тантал, титан). В химической промышленности активно используют различные хлорорганические соединения для борьбы против сорняков и для других сельскохозяйственных целей, используется элемент и в качестве отбеливателя. Благодаря своей химической структуре хлор разрушает большинство органических и неорганических красителей. Достигается это путем полного их обесцвечивания. Такой результат возможен лишь при условии присутствия воды, ведь процесс обесцвечивания происходит благодаря атомарному кислороду, который образуется после распада хлора: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{O}$. Данный способ нашел применение пару веков назад и пользуется популярностью и по сей день. Очень популярно применение этого вещества для получения хлорорганических инсектицидов. Эти сельскохозяйственные препараты убивают вредоносные организмы, оставляя нетронутыми растения. Значительная часть всего добываемого на планете хлора уходит на сельскохозяйственные нужды. Также используется он при производстве пластикатов и каучука. С их помощью изготавливают изоляцию проводов, канцелярские товары, аппаратуру, оболочки бытовой техники и т. д. Бытует мнение, что каучуки, полученные таким образом, вредят человеку, но это не подтверждено наукой. Стоит отметить, что хлор (характеристика вещества была подробно раскрыта нами ранее) и его производные, такие как иприт и фосген, применяются и в военных целях для получения боевых отравляющих средств [5].

Содержание хлора в животных и растительных клетках при взаимодействии с другими веществами оказывает влияние на поддержание в норме физико-химических процессов.

Роль хлора в организме человека

Хлор составляет около 0,15% процента от массы человеческого организма или 95 г [3].

В сравнении со многими другими химическими элементами, это очень много. Поэтому хлор безусловно является биогенным элементом, без которого развитие жизни на Земле, по крайней мере в известной нам форме, представить трудно.

В организме животных, в том числе человека, хлор сконцентрирован преимущественно в межклеточной жидкости, в крови, коже и костной ткани. Это не случайно, если напомнить, что почти все соединения хлора хорошо растворимы в воде.

Хлор играет незаменимую роль в регуляции осмотических процессов, а также в передаче нервных импульсов. Вообще, когда речь заходит о водно-солевом обмене и кислотно-щелочном балансе, то, прежде всего,

имеют в виду баланс в организме ионов хлора, натрия и калия. Все эти химические элементы являются жизненно важными, и при их нехватке наш организм незамедлительно дает знать об этом недомоганиями, болезнями, а в тяжелых случаях возможен летальный исход. Уже при незначительной нехватке или переизбытке указанных минеральных элементов начинаются нарушения в работе сердечно-сосудистой системы, почек, печени и нервной системы. Многим нашим согражданам хорошо знакомы отеки после чрезмерного употребления соленостей (соленых рыбы, орешек, чипсов, сухариков, огурцов, грибов, сыров, консервированных оливок и т.п.). Стоит только накануне вечером сопроводить употребление соленого большим объемом напитков (в особенности пива).

Поэтому хлор по праву считается основным осмотическим элементом, поддерживающим в крови, лимфе и внутриклеточной жидкости определенное давление, перераспределяющим поток питательных веществ во всем организме. В этом плане заменителя хлора в организме просто нет и быть не может.

Хлор принимает самое непосредственное участие в процессе пищеварения. Он входит в состав соляной кислоты, вырабатываемой специальными клетками, выстилающими внутреннюю поверхность желудка. От концентрации соляной кислоты зависит скорость переваривания пищи. При слишком низкой концентрации очень часто наступает несварение, поскольку до конца не обработанная пищеварительными соками желудка пища поступает дальше в кишечник и там, не устаиваясь, начинать разлагаться и отравлять наш организм опасными продуктами распада. Это выдает себя подавленным самочувствием, отсутствием аппетита, тошнотой, отрыжкой, рвотой, высыпаниями на коже и другими неприятностями. При переизбытке соляной кислоты в желудке наблюдается противоположное действие: сильно сдобренная этой кислотой пищевая масса поступает в кишечник, раздражает его, поэтому пища быстро проходит весь пищеварительный тракт, так толком и не усвоившись. Добавляется масса других неприятных моментов: изжога, кислая отрыжка, заболевания желудочно-кишечного тракта (гиперацидный гастрит, изжога, язвы, энтероколит, колит, диарея).

Таким образом, хлор охраняет организм человека от обезвоживания, истощения и массы других проблем.

Было установлено, что хлор способствует выведению из тканей и клеток организма углекислоты, продуктов метаболизма, поддерживает жизнеспособность эритроцитов.

Хлор содержится в костной ткани, коже (30-60%), крови и межклеточной жидкости в количестве около 120 грамм. Выводится из организма с продуктами распада – пот, моча.

Действие хлора на организм:

- Нормализация кислотно-щелочного равновесия – обмена натрия, хлора и калия.
- Предотвращение появления отеков.
- Улучшение в водно-солевом балансе.
- Активизация важных ферментов.
- Выведение вредных веществ.
- Способствует расщеплению жиров.
- Воздействие на работу печени.
- Профилактика обезвоживания.
- Регулировка полезных элементов в организме.
- Нормализация артериального давления.
- Улучшение функции сердечно-сосудистой системы.
- Поддержка аппетита.

Источники хлора в организме человека

В основном в наш организм хлор поступает с поваренной солью. Почти 90% его выводится вместе мочой, намного меньше – с потом (не случайно существует понятие «солёный пот»).

В остальных продуктах питания хлора довольно мало, поэтому нередки случаи, когда, находясь на бессолевой диете, человек может заработать массу неприятных симптомов, вызванных недостатком хлора. Не случайно некоторых животных даже специально подкармливают солью. Особенно страдают нехваткой хлора травоядные, поскольку плотоядные получают достаточное его количество из поедаемых жертв.

Впрочем, учитывая, что почти все заготовленные впрок продукты питания содержат соль, а во многих городах для очистки водопроводной воды до сих пор используется хлор, нехватка хлора в наше время – явление довольно редкое.

Если не считать специально добавляемую в пищу поваренную соль и используемую для приготовления блюд хлорированную воду, то «поставщиками» хлора в организм человека являются:

Таблица 7. Содержания хлора в продуктах питания [2]

Продукт	Мг на 100 грамм
Соль пищевая поваренная	59000
Хлеб ржаной	1020
Сыр твёрдый	880

Хлеб белый	620
Масло сливочное	325
Язык говяжий	250
Почки свиные	185
Рыба (хек, мойва, сельдь)	170
Устрицы	165
Творог 9%	150
Оливки	136
Коровье молоко 3-4%	115
Кефир 3-4%	110
Яйцо куриное	105
Молоко пастеризованное	100
Гречка	95
Овсяная каша	70
Свекла отварная	60
Горох	55
Картофель отварной	40
Морковь отварная	35
Капуста	30
Яблоки	25
Груши	10

Всасывается хлор в толстом кишечнике.

Суточная норма хлора

В норме суточная доза хлора для взрослых составляет 4-6 грамм, содержащихся в употребляемой человеком воде, приготовленной пище, добавленной в продукты питания соли. Максимальное поступление в сутки – 7 грамм. При регулярных поступлениях в организм завышенных доз хлора существует риск избытка.

Таблица 8. Потребность хлора в сутки для мальчиков и девочек

Возраст	Мг
0-3 месяцев	300
4-6 месяцев	450
7-12 месяцев	500-600
1-2 года	800
2-3 года	900
3-7 лет	1000-1100
7-11 лет	1600-1700
11-14 лет	1800-1900
14-18 лет	2200-2300

Повышенное поступление хлора необходимо при болезнях пищеварительного тракта и при активных занятиях спортом в жаркую погоду, когда человек потеет и происходит вывод макроэлемента.

Недостаток хлора

Недостаток хлора в наше время – явление экзотическое. Однако это вовсе не означает, что этот недостаток в принципе исключен. Так, нередко недостаток хлора встречается у грудных детей, находящихся на искусственном вскармливании, у людей, находящихся на бессолевой диете и проводящих голодание, при заболеваниях обмена веществ, злоупотреблении диуретиками и слабительными препаратами.

К причинам проявления дефицита хлора относятся:

- действие бессолевых диет или употребление питания с минимальным добавлением соли более недели;
- нарушения обмена хлора в организме;
- воздействие медицинских препаратов без консультации специалиста – мочегонные, слабительные, кортикостероиды;
- искусственное вскармливание у детей может вызвать дефицит хлора;
- нехватка оказывает особое негативное значение на организм при нарушениях работы почек и при гипертонии.

При недостаточном содержании хлора в организме и его стремительном снижении под угрозой жизнь человека.

Последствиями недостатка хлора являются:

- ухудшение углеводного обмена;
- упадок сил;
- истощение;
- нарушения кислотно-щелочного баланса (алкалоз);
- отёки;
- сбои в работе почек;
- выпадение зубов;
- ухудшение или полная потеря аппетита;
- обезвоживание с тошнотой, сухостью во рту и рвотой;
- нарушения мочеиспускания;
- преждевременное старение кожи;
- нарушение равновесия;
- запоры;
- гипотония и гипертония (в зависимости от индивидуальных особенностей организма и причин, вызвавших нехватку хлора); ухудшение памяти;
- ухудшение деятельности желудочно-кишечного тракта;
- выпадение волос.

Особо опасно чрезмерное действие хлора для людей с эпилепсией, способное отрицательно сказаться на течении болезни.

Избыток хлора

Наступает при чрезмерном употреблении соленых продуктов, различных нарушениях обмена веществ, некоторых заболеваниях сердечно-сосудистой системы и почек. Может возникнуть своеобразный замкнутый круг, когда переизбыток хлора приводит к дальнейшему развитию заболеваний, вызванных его избытком.

Избыточное потребление поваренной соли приводит к развитию гипертонии и других сердечно-сосудистых заболеваний, прежде всего сердечной недостаточности, к заболеваниям почек и даже к циррозу печени.

Не так давно учеными из США и Финляндии было установлено, что примерно 2% всех онкологических заболеваний возникает по причине переизбытка хлора в источниках водоснабжения. Поэтому в ряде стран хлор вообще перестали использовать в качестве обеззараживателя воды, предпочитая ему озон или облучение ультрафиолетом. К тому же, как выяснилось, хлор способен уничтожить далеко не все безвредные вирусы и микроорганизмы.

Отдельную проблему создает высокая химическая активность простого хлора, который, соединяясь с веществами систем водоснабжения, дополнительно «питает» наш организм солями тяжелых металлов и дру-

гими токсическими соединениями. В последнем случае особую озабоченность ВОЗ вызывает повышенное содержание в питьевой воде ряда стран диоксинов, содержащих хлор, – веществ настолько токсичных, что одни лишь следы их присутствия приводят к весьма печальным последствиям. Достаточно сказать, что диоксины называют еще «химическим СПИДом». Причина их токсичности состоит в том, что они с химической точки зрения «вписываются» в рецепторы живых организмов и подавляют или изменяют их жизненные функции. Диоксины воздействуют на процессы деления и специализации клеток, тем самым провоцируют различные нарушения обмена веществ и даже онкологические заболевания.

Диоксины сильно подавляют иммунитет (не в этом ли причина взрывного роста количества различных вирусов и микробов в последние десятилетия, особенно в бедных странах?), нарушают работу желез внутренней секреции, замедляют половое созревание вплоть до полного бесплодия у обоих полов, приводят к появлению детей с врожденными уродствами.

Поскольку хлор – сильно ядовитый газ, то вдыхание его паров при высокой концентрации быстро приводит к смерти за счет того, что соединяясь с молекулами воды в бронхо-легочной системе хлор образует соляную кислоту, вызывающую ожог дыхательных путей и спазм дыхательного центра.

Случаи избытка хлора также отмечались у людей, работающих на фармацевтическом, целлюлозно-бумажном, текстильном и химическом производстве, где хлор используется для синтеза различных химических соединений или как отбеливатель.

Еще одно интересное наблюдение состоит в том, что человек, принимающий горячий душ с хлорированной водой, через кожу получает хлора в 10 раз больше, чем если бы он выпил эту воду.

Конечно же, самым эффективным способом решения проблемы переизбытка хлора в питьевой воде является отказ от его использования в системах очистки воды. Но если в вашей стране или местности уповать на органы власти пока не приходится, то можно принять самостоятельные меры. Самый «бюджетный» вариант – дать водопроводной воде отстояться хотя бы 2-3 часа (еще лучше – 6-8 часов). Закрывать емкость с водой при этом категорически нельзя. Поскольку хлор – довольно летучее соединение, такая мера в разы снизит его содержание. Еще лучше – использовать системы тонкой и многоуровневой очистки воды, тем паче, что дефицита с ними сейчас нет.

Симптомы острого отравления возникают при поступлении 15 грамм хлора.

Признаки переизбытка хлора в организме человека:

- сухой кашель;
- боли в голове;
- болезненные ощущения в груди;
- сухость во рту;
- изжога;
- слезотечение;
- раздражающее действие на слизистую горла;
- диарея;
- частые простудные заболевания, сопровождающиеся высокой температурой;
- рези в глазах;
- тошнота;
- метеоризм;
- отеки легких.

Избыток хлора убивает кишечную флору, поэтому рекомендуется чаще употреблять кисломолочные продукты питания, богатые бифидобактериями.

Опасно вдыхание концентрированных паров, вызывающее химический ожог и остановку дыхания.

Взаимодействие хлора

Хлор хорошо сочетается с калием и натрием. От взаимодействия этих элементов зависит обеспечение водно-электролитного баланса в организме человека. Хлор способен разрушить витамин Е, поэтому при его употреблении нежелательно пить хлорированную воду.

Хлор является незаменимым элементом в организме и нужен для нормального самочувствия человека, но его дозу следует контролировать для исключения негативного влияния при переизбытке

Литература

1. Значение хлора в организме человека. <http://vitaminba.ru/mineral/hlor>
2. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ ХЛОРОМ. <https://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-hlorom/>
3. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

4. Хлор в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1633-khlor-v-organizme-cheloveka.html>.
5. Хлор: характеристика химических и физических свойств. <http://fb.ru/article/224994/hlor-harakteristika-himicheskikh-i-fizicheskikh-svoystv>.

1.2.5. Магний

Магний – это щелочноземельный пластичный металл серебристо-белого цвета. В периодической таблице Менделеева обозначен как Mg – от лат. Magnesium. Так назывался город в Азии, в районе которого обнаружены залежи магнезита. В конце 17 века в Англии из минеральной воды была добыта соль с горьким вкусом, оказывающая слабительное действие. Ей дали название эпсомской соли. В ее состав и входит магний. А в чистом виде его выделил уже в 1808 году, в той же Англии, Сэр Гемфри Дэви (Humphry Davy, 1778–1829 [19]).

Распространение Магния в природе. Магний – характерный элемент мантии Земли, в ультраосновных породах его содержится 25,9% по массе. В земной коре Магния меньше, средний кларк его 1,87%; преобладает Магний в основных породах (4,5%), в гранитах и других кислых породах его меньше (0,56%). Важнейшая область применения металлического Магния – производство сплавов на его основе. Широко применяют Магний в металлургических процессах получения трудностабилизированных и редких металлов (Ti, Zr, Hf, U и других), используют Магний для раскисления и десульфурации металлов и сплавов. Смеси порошка Магния с окислителями служат как осветительные и зажигательные составы. Широкое применение находят соединения Магния [14].

В организме человека количество магния составляет примерно 19 грамм [27].

Приблизительно 60 % его находится в костях и зубах, 39 % находится в клетках организма (в том числе и в органах) и лишь 1 % находится в крови [16]. Магний является 4-м наиболее распространённым минералом в организме человека, и участвует более чем в 350 различных биохимических процессах. От магния зависит спокойная и слаженная работа всех систем нашего организма, в особенности нервной системы – как центральной, так и периферической. Магний активизирует работу ферментов, отвечающих за усвоение организмом белка и других питательных веществ. В составе различных ферментов он участвует в пищеварении, производстве энергии, работе мышц, формировании костей, создании новых клеток, активации витаминов группы B, снижении напряжения в мышцах, а также влияет на работу сердца, почек, надпочечников, мозга и нервной системы. Отсутствие достаточного количества магния в организме может стать

серьёзной помехой для любого из этих процессов, если не для всех сразу [1-5].

Без магния наш организм был бы незащищён от инфекций, так как выработка антител была бы замедленной. Нормальная свёртываемость крови, выработка эстрогенов, работа мочеполовой и пищеварительной системы также зависит от магния.

Роль и функции магния в организме [16]:

- обеспечивает нормальную активность клеточных мембран;
- тесно связан с синтезом и использованием АТФ, поэтому оказывает исключительное влияние на энергетический обмен организма;
- участвует в работе около 300 ферментов (креатинкиназа, гексокиназа, аденилатциклаза, гуанилатциклаза, калий-натриевая АТФаза, кальциевая АТФаза и др.), необходим для активизации ферментов в 50% случаев;
- является противотоксичным, противовоспалительным и противоонкологическим фактором;
- повышает иммунную активность клеток;
- необходим для нормального функционирования нервной ткани, участвует в передаче нервного импульса, успокаивает центральную нервную систему, повышает устойчивость к стрессу, помогает в борьбе с депрессией;
- в кардиомиоците участвует в сопряжении процессов возбуждения-сокращения-расслабления и таким образом обеспечивает здоровье сердечно-сосудистой системы, образование актин-миозиновых мостиков происходит только в присутствии комплекса ионов магния-АТФ, контролирует мышечное расслабление сосудов и ликвидирует судороги, помогает предупредить сердечные приступы. ;
- защищает от ионизирующего излучения;
- регулирует температуру, помогает адаптироваться к холоду;
- необходим на всех этапах синтеза белковой молекулы, поэтому при истощении внутриклеточного магния снижается синтез белка;
- стимулирует фагоцитоз и принимает участие в синтезе антител, является противоаллергическим и противоанафилактическим фактором;
- является строительным материалом для тканей легких;
- необходим для укрепления скелета, зубной эмали и профилактики остеопороза;
- ингибирует некоторые плазменные факторы свертывающей системы: протромбин, тромбин, проакцелерин и др., играет важную роль в стабилизации тромбоцитных мембран;

- ускоряет обмен веществ;
- ионы магния и сульфатов способствуют выделению слизистой 12-перстной кишки необходимого для дальнейших процессов пищеварения гормона – холецистокинина, повышающего секрецию желчи и поджелудочной железы и подвижность кишечника;
- оказывает антиспастическое действие на желудок, улучшает перистальтику и запирательную функцию кардиального отверстия пищевода;
- нейтрализует кислотность, стимулирует перистальтику желудка;
- воздействует на кишечные пептиды, повышает экскрецию желчи, усиливает перистальтику кишечника (слабительное действие);;
- тормозит высвобождение гистамина из тучных клеток (антиаллергическое действие);
- оказывает диуретический (мочегонный) эффект за счет усиления кровоснабжения почек;
- снижает экскрецию оксалатов и мочевой кислоты, предотвращает осаждение солей кальция (защищает от камнеобразования и подагры);
- нормализует функцию паразитовидных желез;
- понижает артериальное давление;
- необходим для превращения сахара крови в энергию;
- стимулирует секрецию инсулина и повышает чувствительность рецепторов к нему (восстанавливает углеводный обмен, обладает противодиабетическим действием);

Магний влияет на усвоение кальция и на уровень внутриклеточного калия, воздействуя на нейромышечное проведение, выработку энергии и сокращение сердца, оказывает расслабляющее влияние на гладкие мышцы.

В организме человека кальций и магний должны находиться в определенном соотношении друг с другом. Считается, что это соотношение должно быть не больше чем 1:0,6. Так, при дефиците магния, кальций будет теряться с мочой, а избыток кальция, в свою очередь, вызывает дефицит магния. Кальцию, чтобы усвоиться в организме, нужен магний. В процессе усвоения кальция, организм расходует свои запасы магния. Магний, с другой стороны, не зависит от кальция, и работает сам по себе.

Организм поддерживает нужный уровень магния в крови, и поэтому у человека может быть нормальное содержание магния в крови, но в реальности организм может испытывать сильный его дефицит. Норма магния в плазме крови для взрослых составляет 0,70 – 1,00 ммоль/л (табл. 9).

Таблица 9. Содержание магния в крови [8, 18]

Возраст пациента	Содержание магния в крови, норма, ммоль/л
до 5 месяцев	0,62–0,91
5 месяцев–6 лет	0,70–0,95
6–12 лет	0,70–0,86
12–20 лет	0,70–0,91
20–60 лет	0,66–1,07
60–90 лет	0,66–0,99
старше 90 лет	0,70–0,95

Если содержание магния в крови понижается, то, чтобы спасти себя, организм начинает перераспределение: он берет магний из тех мест где он есть (из костей, нервов, желез внутренней секреции) и поставляет его в кровь, с тем чтобы поддержать необходимый уровень (табл. 10).

Таблица 10. Содержание магния в различных органах и тканях организма человека (Ковальский В.А., 1960) [22]

Органы	Магний мг/100 г
Мозг	14-17
Сердечная мышца	16-18
Поперечно-полосатые мышцы	22-28
Печень	17
Почки	5-20
Поджелудочная железа	17-27
Легкие	8
Кожа	6-20
Селезенка	12-15
Щитовидная железа	9-10

Яички	9-10
Кости скелета	30-140
Дентин зубов	800
Эмаль зубов	250
Хрящ	11
Цельная кровь	4,3
Сыворотка крови	2,4
Эритроциты	6,6
Ликвор	3,0
Желчь	0,5
Молоко женское	5,0
Молоко коровье	14,0

Относительно суточной потребности организма в магнии сегодня нет единого мнения. Некоторые биохимики и диетологи считают, что достаточно 280-400 мг для взрослых, другие называют норму в 500 мг. Ниже приводятся нормы, которые рекомендуют большинство диетологов (табл. 11).

Таблица 11. Суточная потребность организма в магнии [16, 17]

Возраст	Суточная норма магния (мг)
Дети до 6 месяцев.	30
Дети от 6 месяцев до 1 года	75
Дети от 1 года до 3 лет	80
Дети от 4 до 8 лет.	130
Дети от 9 до 13 лет	240
Подростки девушки от 14 до 18 лет	360
Подростки юноши от 14 до 18 лет	410
Мужчины от 19 до 30 лет	400
Мужчины старше 30 лет	420

Женщины от 19 до 30 лет	310
Женщины старше 30 лет	320
Беременные до 18 лет	400
Беременные от 19 до 30 лет	350
Беременные старше 30 лет	360
Кормящие грудью до 18 лет.	360
Кормящие грудью от 19 до 30 лет	310
Кормящие грудью старше 30 лет	320

Потребность в магнии возрастает в следующих случаях [15]:

- у детей и подростков, людей пожилого и старческого возраста;
- при употреблении кофеина (чай, кофе, шоколад, пепси-кола);
- при употреблении сахара: магний влияет на метаболизм инсулина, а сахар увеличивает потерю магния с мочой;
- большое количество жира в диете уменьшает усвоение магния, так как жирные кислоты и магний образуют соли, которые не всасываются в желудочно-кишечном тракте;
- высокобелковый рацион, особенно у детей, спортсменов, во время беременности и кормления грудью;
- при стрессе;
- колиты, запоры, цирроз печени, панкреатит, неукротимая рвота, поносы;
- после операций;
- при увеличении холестерина в крови;
- при больших физических нагрузках;
- тиреотоксикоз, гиперфункция паращитовидных желез, почечный ацидоз, эпилепсия;
- после заболеваний, протекающих с высокой температурой.
- при употреблении противозачаточных средств и эстрогенов; препаратов дигиталиса (дигоксин), которые могут вызвать нарушения сердечного ритма вследствие дефицита магния; некоторых диуретиков (лазикс, фуросемид), которые увеличивают потери магния через почки; тетрациклин нарушает всасывание магния; прием фолиевой кислоты может увеличить потребность в магнии вследствие активизации ферментов;
- хронический алкоголизм, алкоголь больше, чем какое-либо другое из всех известных нам веществ, содержащихся в продуктах пи-

тания, снижает содержание магния в крови, поэтому симптомы алкогольной абстиненции обусловлены дефицитом магния в организме, даже при умеренном употреблении алкоголя постепенно развивается дефицит магния, у алкоголиков он проявляется мышечной слабостью и поражением миокарда. Из всех известных нам веществ, содержащихся в продуктах питания, наиболее снижает содержание магния в крови.

Поступление и выделение магния регулируется паратгормоном и витамином D, находясь в зависимости от уровня кальция, натрия и объема внеклеточной жидкости. Повышение уровня паратгормона, снижение выделения натрия и кальция, а также гиповолемиа уменьшают выделение магния через почки.

Всасывается только 30–40% потребляемого магния, в основном в двенадцатиперстной и дистальном отделе тощей кишки. Экскреция магния осуществляется кишечником и почками и в среднем составляет 3–6 ммоль/сут. Реабсорбция магния в почках происходит чрезвычайно эффективно: 25 % фильтруемого в почечных клубочках магния подвергается реабсорбции в проксимальных почечных канальцах, а еще 50–60 % – в толстом сегменте восходящей части петли Генле [18].

В сутки из поступающего в организм около 450 мг магния до 180 мг выводятся через почки и до 270 мг через кишечник. Магний поступает в организм из питьевой воды и пищевых продуктов (табл. 12)

Таблица 12. Содержание магния в пищевых продуктах (мг/100 г продукта) [17, 20, 25, 26]

Продукт	Магний	Продукт	Магний	Продукт	Магний	Продукт	Магний
Тыквенные семечки	520,0	Какао порошок	480,0	Морские водоросли (агар-агар)	470,0	Горчичный порошок	450,0
Чай	440,0	Паста «Океан»	400,0	Семена льна	390,0	Семена подсолнечника	370,0
Семена кунжута	350,0	Семена мака	340,0	Кофе	320,0	Шоколад	300,0
Чёрная икра	300,0	Миндаль	280,0	Орехи кешью	270,0	Соевые бобы	270,0
Кедровые орехи	270,0	Семена укропа	250,0	Арбуз	224,0	Кофе в зернах	200,0

Крупа гречневая ядрица	200,0	Фундук	172,0	Морская капуста	170,0	Молоко сухое обезжир.	160,0
Гречкие орехи	160,0	Рис коричневый	140,0	Фасоль	140,0	Перловка (ячмень)	130,0
Крупа «Геркулес»	129,0	Молоко сухое цельное	119,0	Крупа овсяная	116,0	Рожь	100,00
Пшено (просо)	115,0	Абрикосы (сушёные)	110,0	Горох (сушёный)	110,0	Кальмар	90,0
Петрушка (зелень)	85,00	Крупа пшеничная	83,00	Шпинат	82,00	Шпик свиной	80,00
Мука ржаная обойная	75,00	Хлеб пшеничный зерновой	74,00	Сыр «Чеддер»	54,00	Дрожжи	51,00
Печень трески	50,00	Паста томатная	50,00	Сыр	50,00	Крупа ячневая	48,00
Крупа рисовая	48,00	Капуста брюссельская	40,25	Хлеб ржаной формовой	47,00	Консервы в томате	43,00
Изюм	42,00	Морковь красная	38,00	Салат	40,00	Крупа перловая	40,00
Горошек зеленый	38,00	Треска	30,00	Молоко стуженное с сахаром	34,00	Булка сдобная	32,00
Чеснок	30,00	Морковь желтая	26,00	Капуста кольраби	30,00	Свинина жирная	27,00
Сыр плавленый	27,00	Брынза	23,00	Баранина	25,00	Мясо кролика	25,00
Картофель	23,00	Свекла	22,00	Творог жирный	23,00	Говядина	22,00
Колбаса вареная	22,00	Сосиски молочные	20,00	Редька	22,00	Печенье сахарное	20,00
Куры	20,00	Почки	18,00	Томаты грунтовые	20,00	Печень	18,00
Сердце	18,00	Репа	17,00	Земляника садовая	18,00	Лук зеленый	18,00
Крупа манная	18,00	Капуста белокочанная	16,00	Виноград	17,00	Капуста цветная	17,00

Капуста квашеная	16,00	Подберезовики свежие	15,00	Капуста Красно-кочанная	16,00	Простокваша	16,00
Макароны, высш. сорт	16,00	Огурцы соленые	14,00	Грибы белые свежие	15,00	Ацидофилин	15,00
Молоко коровье	14,00	Сухари сливочные	14,00	Тыква	14,00	Лук репчатый	14,00
Кефир жирный	14,00	Дыня	13,00	Хлеб пшеничный, в.с.	14,00	Апельсины	13,00
Грейпфруты	13,00	Яйцо куриное	12,00	Редис	13,00	Майонез	13,00
Сок томатный	12,00	Майонез	11,00	Груши	12,00	Яйцо куриное	12,0
Перец сладкий красный	11,00	Абрикосы	8,00	Сливки, 10% жирн.	10,00	Яблоки	9,00
Сок виноградный	9,00	Сливки, 20%жирн.	8,00	Сметана, 20% жирн.	7,20	Перец сладкий зеленый	4,80
Сок яблочный	4,00	Масло сливоч. диетическое	0,50	Масло крест. несоленое	0,50	Маргарин	2,00

Особенности усвоения магния организмом:

- витамин В6 улучшает всасываемость магния кишечником, обеспечивает его проникновение и закрепление внутри клеток органов и тканей;
- лучше всего усваивается магний из органических соединений, например, солей молочной или аспарагиновой кислот (лактат, аспартат и цитрат магния), неорганические соли (распространенный сульфат магния) всасывается плохо;
- ухудшает усвоение магния избыток в организме кальция, фосфора, калия, натрия, жиров и злоупотребление кофеином или алкоголем;
- многие задачи с участием магния в организме выполняются совместно с витаминами D и C.

Гипомагниемия

Признаки гипомагниемии

Нехватка магния является самым распространенным видом минеральной недостаточности, повышающей вероятность сердечно-сосудистых,

онкологических, легочных и костных заболеваний. Магний существенно влияет на калиевый и кальциевый обмен. В условиях гипомагниемии снижается уровень сывороточного калия в результате дополнительного перемещения его в клетки и повышения выделения через почки. Поэтому при выведении больного из гипокалиемии крапцворам калия необходимо добавлять магниевые препараты [1-5].

Пониженный сывороточный магний уменьшает высвобождение паратгормона, что, в свою очередь, способствует снижению в крови содержания кальция. Но даже при нормальном содержании кальция в крови, только за счет падения уровня магния ниже 0,3 ммоль/л могут возникнуть тонические мышечные судороги. При осмотре и обследовании больного выявляется тахикардия, повышение артериального давления, тремор, повышение рефлексов, тетания, конвульсии.

Дефицит магния встречается очень часто, хотя как и при гипокалиемии, по определению магния только в сыворотке крови трудно, а практически невозможно судить о наличии, вернее, о степени дефицита общего магния организма, поскольку во внеклеточном пространстве находится только 1% магния. Большее значение для диагностики гипомагниемии имеет определение концентрации ионизированного магния в сыворотке крови (в норме = $0,65 \pm 0,01$ ммоль/л). По сегодняшним представлениям, максимально точно судить о степени гипомагниемии можно по содержанию внутриклеточного магния. Например, его содержание в эритроцитах составляет $2,10 \pm 0,04$ ммоль/л. А его лимфоцитарный уровень хорошо коррелирует с его содержанием в кардиомиоцитах. Концентрация магния в плазме крови является гестационнозависимой, и наиболее часто гипомагниемия развивается у доношенных детей.

Под гипомагниемией понимают снижение концентрации магния менее 0,7 ммоль/л, но клинические проявления чаще всего развиваются при плазменной концентрации менее 0,5 ммоль/л.

Гипомагниемия встречается у 11% взрослых госпитализированных больных. У 23% больных гипомагниемия сочеталась с гипокальциемией. Среди находящихся в отделениях реанимации и интенсивной терапии, 61% больных имеют гипомагниемию.

При гипомагниемии летальность у больных, находящихся в реанимационном отделении, увеличивается в 2 раза. Кроме того, больные, имеющие гипомагниемию, дольше находились на ИВЛ и в стационаре.

Причины гипомагниемии

Гипомагниемия (уровень сывороточного магния ниже 0,7 ммоль/л) возникает при увеличении потерь магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижении вивсасывания магния из кишечника или про-

должительной инфузионной терапии без добавления магния. Наиболее частыми состояниями, приводящими к гипомagneмии являются [8, 22, 28]:

- повышенное выведение магния:
 - через желудочно-кишечный тракт при рвоте, диарее;
 - через свищи и стомы желудка и кишечника;
 - через почки при нефротическом синдроме;
 - при диуретической фазе острого канальцевого некроза;
 - при постобструктивном диурезе;
 - при гипергликемии и диабетическом кетоацидозе, при котором возникает выход магния из клеток и повышенное его удаление за счет осмотической глюкозурии [13];
 - при терапии медикаментами, повышающими почечное выделение магния (дигоксин, петлевые диуретики, гентамицин, амфотерицин, циклоспорин, цисплатин);
 - при хроническом алкоголизме [24];
 - при гиперкальциемических состояниях;
 - при артериальной гипертензии [28];
 - при инфаркте миокарда [28];
 - при застойной сердечной недостаточности;
 - при повышенном потоотделении: напряженная физическая работа, жаркий климат, работа в «горячих» цехах, регулярное посещение бани;
 - при идиопатическом почечном магниевом изнурении;
 - при длительном использовании жировых эмульсий при проведении парентерального питания;
- эндокринные нарушения:
 - гипертиреоз и гиперпаратиреоз [12];
 - гиперальдостеронизм;
- повышенная потребность магния при:
 - беременности [6];
 - кормлении грудью;
 - стрессах;
 - реконвалесценции (выздоровления после тяжелого заболевания);
 - росте организма;
- сниженное потребление магния, причинами которого может быть:
 - голодание или несбалансированная малокалорийная диета;
 - хронический алкоголизм, сопровождающийся недостаточным поступлением магния с пищей, снижением всасывания его из кишечника и повышением под влиянием алкоголя выделения магния через почки;

- гормональная контрацепция;
- парентеральное питание с низким содержанием магния;
- сниженная кишечная резорбция из-за:
 - энтеропатии;
 - состояния после обширных резекций кишечника;
 - синдрома мальабсорбции;
 - длительной диареи;
 - дисбактериоза в толстой кишке;
 - ухудшения процесса усвоения под влиянием избыточного уровня липидов, кальция, фосфатов;
 - отравления кобальтом, марганцем, кадмием, алюминием, бериллием, свинцом, никелем;
- невыясненная причина:
 - длительное лечение ингибиторами протонной помпы [8].

Уменьшение уровня магния ниже 0,5 ммоль/л может сопровождаться [21, 28]:

- бессонницей, кошмарными снами, ночными потами, тяжелым пробуждением, плаксивостью или даже приступами тоски;
- состоянием беспокойства, тревожным возбуждением, нервозностью, страхом, нарушением кожной чувствительности (гиперестезией);
- быстрой утомляемостью, частыми головными болями, трудностью с концентрацией внимания; внезапными головокружениями, потерей равновесия; утренней усталостью, даже после долгого сна, ощущением тяжести в теле, слабостью, парестезиями, мышечными судорогами;
- сердцебиением, аритмией или тахикардией, сильной, пронизывающей болью в грудной клетке, изменением артериального давления в любую сторону;
- развитием нейроциркуляторной дистонии, ишемической болезни сердца;
- развитием атеросклероза, так как сопровождается гиперлипидемией снижением аппетита,
- выпадением волос, ломкостью ногтей, кариесом зубов;
- чувствительностью к изменениям погоды, к холоду и влажности, часто вызывающей различные боли зубов, десен, суставов;
- снижением температуры тела, холодными руками и ногами, одеревенением конечностей, покалыванием в ногах, спазмами;
- подергиванием век; туманом, мерцающими точками перед глазами;
- усиленным старт-рефлексом («прыгучестью»), нетерпением, желанием делать одновременно много дел, которые человек начинает и не заканчивает;

- тошнотой, рвотой;
- острыми, спазматическими болями в желудке, нередко сопровождающимися поносом; хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта;
- спазмами мышц, мышечными подергиваниями (тетанией), тремором, болью при потягивании или напряжении мышц;
- анемией (вследствие разрушения эритроцитов);
- образованием трофических язв;
- обызвествление тканей, характерное для гиперкальциемии, но на фоне нормального содержания кальция;
- образованием тимом: увеличением массы вилочковой железы, нарушением иммунитета, ухудшением течения аллергических заболеваний;
- аритмией, кардиомиопатией, эклампсией во время беременности;
- развитием пороков сердца и сосудов у новорожденных;
- возникновением рахита, заторможенности, тремора, ларинго- и бронхоспазмов, сокращением мелких групп мышц. Проявлениями атеросклероза с детского возраста;
- повышением вероятности сердечно-сосудистых, онкологических, легочных и костных заболеваний.

У **больных сахарным диабетом** [9] редко встречаются наиболее яркие симптомы дефицита магния: тетания, судороги, сердечные аритмии. Более распространенными являются неспецифические симптомы (усталость, сонливость, слабость, раздражительность, тошнота, парестезия), которые зачастую относятся врачами на счет других, помимо гипوماгнемии, нарушений. Гипомагниемия развивается у них по следующим причинам: 1) осмотические почечные потери в связи с гликурией; 2) пониженная всасываемость магния в кишечнике; 3) перераспределение магния из плазмы в эритроциты из-за дефицита инсулина. Ответственными за развитие гипوماгнемии у больных сахарным диабетом обычно являются нарушения всасывания именно в почечных канальцах. При сахарном диабете дефицит магния способствует усилению резистентности к инсулину, а клеточный захват Mg^{2+} , который обычно стимулируется инсулином, оказывается ослабленным. В целом эти процессы образуют «порочный круг», в котором низкий уровень содержания магния формирует резистентность к инсулину, а та в свою очередь ослабляет захват магния в тканях. Для коррекции гипوماгнемии у пациентов диабетическим кетоацидозом вводят Магния сульфат – 50% р-р, в/м 2 р/сутки [13].

Потери магния могут наступить **при повышенном потоотделении**, напряженной физической работе, в жарком климате, работе в «горячих»

цах, регулярном посещении бани, при спортивной сгонке веса. При гипомagneмии без значительных клинических проявлений препараты магния назначают перорально. В настоящее время используют три препарата: цитрат магния, оротат магния (магнерот), магне В6 (комбинированный препарат: ионы магния с пиридоксином). Цитрат магния в терапевтических дозах вызывает диарею, поэтому его применение крайне ограничено. Хотя, учитывая его низкую стоимость, хорошую усвояемость и высокую переносимость, он все-таки относительно широко используется в клинической практике. В настоящее время предпочтение отдается препаратам, содержащим вещества, способные повышать абсорбцию магния в кишечнике и уменьшать его выведение почкой. Среди таких препаратов особое место занимает магнерот, содержащий оротовую кислоту.

Клинические проявления недостатка магния в **организме беременной женщины** [6] достаточно разнообразны. Со стороны нервной системы гипомagneмия проявляется раздражительностью, тревожностью, нервозностью. Беременные отмечают ухудшение сна, апатию. Проявления со стороны мышечной системы включают в себя судороги мышц затылка, спины, лица, снижение слуха, парестезии конечностей, судороги икроножных мышц, подошв, стоп, подергивание мышечных волокон, нистагм, головокружение. Дефицит магния также действует и на мочевыделительную систему: боли при мочеиспускании, частые позывы к мочеиспусканию. Сердечно-сосудистые симптомы гипомagneмии включают тахикардию, экстрасистолию, аритмию, повышенную склонность к тромбозу, нарушение кровотока, головную боль, гипертоническая болезнь. Также возможны: появление трофических язв на коже, диспептические расстройства, склонность к отекам, остеопороз, остеохондроз. И все-таки основными клиническими признаками гипомagneмии у беременных являются: повышенный тонус матки, угроза выкидышей на протяжении всей беременности, задержка внутриутробного развития плода, эмбриональные отеки, уродства плода, преждевременная родовая деятельность, высокая частота развития гестоза, дискоординация родовой деятельности, рождение детей с низкой массой тела. Таким образом, применение магнийсодержащих препаратов вполне обосновано для ликвидации дефицита магния и, как следствие, для профилактики вторичной плацентарной недостаточности. Особое место недостаточность магния занимает в патогенезе гестоза. Гипомagneмия приводит к увеличению концентрации продуктов окисления, что в свою очередь является пусковым фактором развития эндотелиальной дисфункции – одной из основных теорий патогенеза гестоза. Показано, что при эклампсии концентрация магния в крови беременной может уменьшиться почти в 9 раз в соответствии с определением «эклампсия – это состояние, соответствующее пику гипомagneмии». Поэтому магнизиальная терапия

является методом выбора для лечения беременных с преэклампсией как наиболее изученная, эффективная и безопасная. Известно, что начало изучению роли дефицита магния в патогенез гестоза положило именно выявление положительного эффекта применения сульфата магния при лечении гестоза. Рандомизированное клиническое плацебо контролируемое исследование показало снижение риска развития тяжелых форм гестоза в 2 раза при профилактическом применении магниальной терапии.

Алкогольное поражение сердца (алкогольная кардиомиопатия) очень часто развивается при алкоголизме, проявляется аритмиями, изменениями миокарда с развитием сердечной недостаточности и нередко приводит к смерти таких больных. Злоупотребление алкоголем способствует гипوماгнемии, в связи с чем можно сказать, что алкоголизм является одной из важных причин развития дефицита магния. Применение препарата Магнерот (магния оротата дигидрат) в рамках терапии алкогольной кардиомиопатии не только способствует коррекции часто встречающейся при алкоголизме гипوماгнемии, но и улучшению метаболических процессов в миокарде, влияя на течение кардиомиопатии [24].

В последние годы появилось несколько сообщений о случаях гипوماгнемии на фоне **длительного лечения ингибиторами протонной помпы** (ИПП) [8]. Большинство из них выражалось в тяжелой, угрожающей жизни гипوماгнемии, нередко со вторичной гипокальциемией, требовавших госпитализации. В этих случаях выраженная гипوماгнемия нередко сохранялась, несмотря на прием высоких доз препаратов магния. Ни в одном случае не было признаков нарушения желудочно-кишечного всасывания и почечных потерь магния, которые можно было бы расценить как причины гипوماгнемии. После отмены ИПП или замены их на H₂-блокаторы уровень магния в течение 1-2 недель восстанавливался до нормы. У тех больных, у которых возобновляли лечение ИПП, гипوماгнемия снова развивалась через несколько дней и исчезала после отмены препаратов. Это говорит о том, что именно ИПП были причиной гипوماгнемии. Первые случаи были описаны при лечении омепразолом и эзомепразолом, позднее гипوماгнемия отмечена и при применении других ИПП. Это означает, что данный побочный эффект относится ко всему классу препаратов. Патогенез гипوماгнемии при лечении ИПП неясен.

Уровень магния в сыворотке обратно связан с факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний [28], таких как артериальная гипертензия, сахарный диабет 2-го типа, метаболический синдром, а также с наличием ишемической болезни сердца. В ходе экологических, клинических исследований, аутопсий, выявлено, что повышение содержания уровня магния потенциально защищает от сердечно-сосудистых заболеваний. Состояние обмена магния в период, предшествовавший развитию инфар-

кта миокарда, трудно оценить, по понятным причинам: имеющиеся данные противоречивы. Однако четко установлено, что после перенесенного инфаркта миокарда имеет место гипомагниемия, которая сохраняется до 6 мес. В мета-анализе нескольких контролируемых исследований показано, что на фоне инфузии магния смертность в группе лечения составила 3,8% по сравнению с контрольной группой, где этот показатель составил 8%. Основной эффект заключается в устранении злокачественных аритмий. В большинстве исследований была установлена корреляция между гипомагниемией и постинфарктными желудочковыми аритмиями. Существуют доказательства взаимосвязи дефицита магния и **атеросклероза**. Показано, что дефицит магния ассоциируется с повышением уровня общего холестерина, липидов низкой плотности, триглицеридов, снижением активности лецитин-холестерол-аминотрансферазы и липопротеинлипазы, повышением активности ГМК-КОА-редуктазы. В нескольких экспериментах на животных показано, что на фоне приема дополнительного магния, даже в сочетании с атерогенной диетой, прогресс атеросклероза замедлялся по сравнению с контрольной группой, независимо от уровня холестерина. В некоторых исследованиях среди пациентов с гиперлипидемией был получен положительный достоверный эффект по снижению уровня общего холестерина и его атерогенных фракций. Кроме того, несколько факторов риска, таких как артериальная гипертензия, ожирение, инсулинорезистентность, имеют общий знаменатель – дефицит магния. Развитие гипомагниемии **при сердечной недостаточности** объясняется несколькими факторами. В связи с увеличением объема внеклеточной жидкости и развитием вторичного гиперальдостеронизма, снижается абсорбция магния. Кроме того некалийсберегающие диуретики также способствуют выведению магния. В свою очередь, гипомагниемия усугубляет гиперальдостеронизм, что ведет к задержке жидкости, может снижать сократительную способность миокарда, увеличивает вазоконстрикцию. Гипомагниемия в сочетании с гипокалиемией способствует возникновению желудочковых аритмий. Установлено, что активная диуретическая терапия приводит к гипомагниемии и это встречается более чем у половины пациентов.

Лечебные меры при гипомагниемии [7]

Лечение тетании становится более эффективным при сочетании внутривенного введения глюконата или хлорида кальция с добавлением 2 ммоль сернокислой магнезии.

1 ммоль магния содержится в 1 мл 25% или в 0,5 мл 50% раствора сернокислой магнезии.

Внутривенное введение сернокислой магнезии следует осуществлять медленно для предотвращения гипермагниемии, при которой сначала-

появляются признаки заторможенности и сонливости, снижается сухожильный коленный рефлекс, а затем может наступить остановка дыхания и сердечной деятельности. Передвведением серноокислой магнезии необходимо иметь наготове раствор её антагониста – глюконата или хлорида кальция для ликвидации возможных явлений гипермагниемии.

В случаях хронической гипомагниемии назначается пероральный прием магниевых солей лимонной или оротовой кислот (при пероральном приеме магния сульфат плохо всасывается (не более 20 %) в тощей и подвздошной кишке), а также включение в пищевой рацион продуктов со значительным содержанием магния.

При бессимптомном дефиците магния или персистирующем с уровнем менее 0,5 ммоль/л показано лечение с применением солей магния (сульфата или хлорида). Пациентов с алкоголизмом лечат эмпирически. В таких случаях возможен дефицит, достигающий 12-24 мг/кг. Пациентам с нормальной функцией почек необходимо назначение удвоенного количества рассчитанного дефицита, так как около 50 % потребленного магния выводится с мочой. Назначается прием оротата или глюконата магния 500-1000 мг внутрь 3 раза в день в течение 3-4 дней. Парентеральное введение осуществляется пациентам с тяжелой гипомагниемией либо при невозможности приема внутрь. При парентеральном введении применяется 25 % раствор сульфата магния (1 г/4 мл) для внутривенного введения и 50 % раствор (1 г/2 мл) для внутримышечного введения. Во время лечения необходим контроль уровня магния плазмы, особенно при парентеральном введении или у пациентов с почечной недостаточностью. Лечение проводится до достижения нормального уровня магния в плазме.

При тяжелой гипомагниемии со значительной симптоматикой (например, генерализованные судороги, уровень магния менее 0,5 ммоль/л) проводится внутривенное введение 2-4 г сульфата магния в течение 5-10 минут. Если судороги продолжаются, введение можно повторить до общей дозы 10 г в течение следующих 6 часов. Если судороги купированы, может быть произведена инфузия 10 г в 1 литре 5 % раствора декстрозы в течение 24 часов, с последующим введением до 2,5 г каждые 12 часов для возмещения дефицита общих запасов магния и предотвращения последующего снижения уровня магния в плазме. Если уровень магния в плазме ниже 1 мэкв/л (менее 0,5 ммоль/л), но симптомы не такие тяжелые, можно проводить внутривенное введение сульфата магния в 5 % растворе декстрозы со скоростью 1 г в час длительностью до 10 часов. При менее тяжелых случаях гипомагниемии постепенное возмещение может достигаться парентеральным введением небольших доз в течение 3-5 дней до нормализации уровня магния плазмы.

- Применение магний-содержащих препаратов для профилактики и лечения различных форм стенокардии является необходимым для предотвращения метаболических изменений, вызванных ишемией миокарда.
- Существует так называемая «магниевая диета», предложенная Институтом питания РАМН, которая применяется при следующих состояниях: стойкая, длительно не снижающаяся артериальная гипертензия, выраженная гиперхолестеринемия, невротические расстройства, хронические холециститы с недостаточным опорожнением желчного пузыря, гипотоническая, гипокинетическая формы дискинезий желчного пузыря, запоры. Включаются отруби во все блюда, хлеб из отрубей, гречка, пшенка, морковь и другие овощи в повышенном количестве. Исключается соль, мясные, рыбные бульоны и соусы.
- Препараты, содержащие магний (панангин, аспаркам), применяются для профилактики гиперпаратиреоза. Гораздо эффективнее использовать с этой целью натуральные источники магния и добавки, содержащие магний из растительных источников. Магниевые пищевые добавки нельзя применять после еды, так как магний переводится в невсасываемый хлорид соляной кислотой желудочного сока.
- Биологически активные добавки с магнием препятствует кальцификации кровеносных сосудов. Но магний должен работать вместе с кальцием.
- Магний полезен при алкогольном опьянении, для ослабления или предотвращения синдрома похмелья.
- Магний содержат некоторые антацидные препараты (альмагель, алюмаг, гастал, гелусил, пее-хоо, протаб, викалин, викаир, магния окись, магния карбонат, маалокс) [15, 18].

В неонатальной практике [29] коррекцию по магнию (даже без наличия гипомagneмии) у детей, получающих инфузионную терапию, необходимо начинать со 2-3 суток жизни из расчета 25-50 мг/кг магния сульфата, то есть 0,1-0,2 мл 25% раствора. Кроме гипомagneмии считается, что у новорожденных детей имеются еще три показания для введения препаратов магния:

- Гипокальциемия. В большинстве случаев позднюю, не поддающуюся коррекции препаратами кальция симптоматическую гипокальциемию, корректируют внутримышечным введением 100 мг/кг магния сульфата (0,4 мл/кг 25% раствора), дважды, через 12 часов. У незначительного количества больных для коррекции гипокальциемии требуется дополнительное введение еще одной дозы препарата.

- Тяжелая интранатальная асфиксия. Новорожденным с гестационным возрастом более 35 недель гестации, перенесшим тяжелую интранатальную асфиксию, однократно вводят насыщающую дозу магния сульфата 250 мг/кг (0,9 мл/кг 25% раствора) внутривенно за 10-15 минут через 2-3 часа после рождения. Предполагают, что высокие концентрации магния в некоторой степени снижают выраженность повреждений, развивающихся в результате повышенного поступления кальция внутрь нейронов после перенесенной тяжелой интранатальной асфиксии.
- Персистирующая легочная гипертензия. Вводят ту же насыщающую дозу, что и при тяжелой интранатальной асфиксии. Если клинический эффект получен, проводят поддерживающую инфузию магния сульфата со скоростью 20-75 мг/кг/час (0,1-0,3 мл 25% раствора) в течение 2-5 дней.

Последние два показания для применения растворов магнезии, к сожалению, не прошли всесторонних испытаний, требуют дальнейших исследований, в том числе и катamnестических, и не могут быть рекомендованы для рутинного применения.

Как и при других электролитных нарушениях, интенсивность терапии зависит от того, имеются ли клинические проявления гипوماгнемии.

Если имеются клинические проявления, то необходимо:

- у новорожденных детей – ввести внутримышечно или внутривенно 100 мг/кг магния сульфата (0,4 мл 25% раствора). Введение повторяют каждые 6-12 часов. При этом необходимо помнить, что 25% раствор магния сульфата должен быть разведен в 10 раз раствором глюкозы или водой;
- у детей старше 1 месяца жизни, ввести 25-50 мг/кг магния сульфата (0,1-0,2 мл 25% раствора). Так же разводят раствор магния сульфата в 10 раз.

Вводят препараты магния медленно, лучше микроструйно внутривенно (могут быть добавлены к базовой инфузионной терапии), за исключением лечения судорожного синдрома. В купирования судорог у детей вводят 25-50 мг/кг магния сульфата (0,1-0,2 мл 25% раствора) в течение 5-7 минут.

Системные эффекты развиваются через 1 час после внутримышечного введения и сразу же после внутривенного введения. Длительность их при внутривенном введении 30 минут, а при внутримышечном – 3-4 часа.

Необходимо отметить, что широко используемое в нашей стране внутримышечное применение растворов сульфата магния является недопустимым, ибо терапевтическая доза препарата в объемах, пригодных для внесосудистого парентерального введения, создает в месте введения гипертонические концентрации, а это неминуемо ведет к повреждению тка-

ней. Кроме того, внутримышечные введения магния чрезвычайно болезненны.

Концентрацию магния в сыворотке крови определяют каждые 12-24 часа. Перорально растворы магния сульфата стараются не вводить, потому что они плохо всасываются (не более 20%), повышают осмотическое давление в ЖКТ, вызывая задержку жидкости и ее выход (по градиенту концентрации) в просвет кишечника, увеличивая перистальтику на всем его протяжении, приводя к диарее. Также возможны тошнота, рвота, острое воспаление органов ЖКТ (гастрит, дуоденит). Кроме того, сульфат магния раздражает рецепторы двенадцатиперстной кишки, оказывает желчегонное действие, усиливает диурез.

Гипермагниемия

Признаки гипермагниемии [10, 22]

При гипермагниемии в клинической картине преобладают нейромышечные и сердечно-сосудистые нарушения, поскольку, высокие концентрации магния блокируют нервно-мышечную передачу, то есть обладают курареподобным эффектом. Ранними клиническими признаками гипермагниемии могут быть тошнота и рвота. Характерным признаком является угнетение ЦНС разной степени выраженности, вплоть до комы. Всегда отмечается снижение сухожильных рефлексов и рефлексов новорожденных. На высоте типичны дыхательные нарушения, вплоть до остановки дыхания. Со стороны сердечно-сосудистой системы отмечается артериальная гипотензия различной степени выраженности, брадикардия, изменения на ЭКГ (удлинение интервала P-R или Q-T, комплекса QRS, атрио-вентрикулярная блокада). Со стороны других органов и систем возникает задержка отхождения мекония, растяжение живота. Выраженность клинических проявлений коррелирует с сывороточными концентрациями магния. К примеру, чувство жара, покраснение кожи, потливость, мышечная слабость, заторможенность, сонливость, исчезновением сухожильного коленного рефлекса, удлинение интервала P-R, комплекса QRS и увеличение высоты волны T отмечается при концентрации 2,5-5 ммоль/л. Угнетение сухожильных рефлексов встречается, когда сывороточные концентрации магния более 5 ммоль/л. Паралич дыхательной мускулатуры с остановкой дыхания и развитие атриоventрикулярной блокады – при концентрации 7,4 ммоль/л. Остановка сердца – при концентрации 12,3 ммоль/л.

Обследование при гипермагниемии выявляет снижение артериального давления, урежение пульса.

Ведущие клинические симптомы гипермагниемии [23]:

- снижение нервной возбудимости и проведения афферентной импульсации;

- усиление процессов торможения в ЦНС, развитие седативного эффекта, сонливости, иногда даже наркотического состояния, снижение альвеолярной вентиляции и дыхательных рефлексов (из-за угнетения дыхательного центра);
- уменьшение тонуса и сократительной активности мышц (вплоть до развития паралича), мышечной возбудимости и нервно-мышечной передачи возбуждения;
- снижение как тонуса гладких мышц сосудов, так и частоты сердечных сокращений, обычно сопровождающееся артериальной гипотензией;
- развитие дыхательного и метаболического ацидоза;
- кальцификация мягких тканей;
- тошнота, рвота, гиперемия кожи, потливость, чувства жара и др.;
- исчезновение коленного рефлекса, паралич дыхательной мускулатуры.

Причины гипермагниемии

Гипермагниемия (содержание сывороточного магния выше 1,25 ммоль/л) чаще всего наблюдается при почечной недостаточности. Она также может встречаться при избыточном использовании магнийсодержащих препаратов (внутривенно магния сульфат; антациды: анацид форте, гестид, га-стал, коалгель, маалокс; слабительные: магния гидроксид, магния цитрат, магния сульфат), у пациентов с болезнью Аддисона, а также на фоне гипотермии. Причинами гипермагниемии являются [29]:

- избыточное поступления магния, что может быть вызвано приемом высоких доз лекарственных препаратов, содержащих в своем составе магний (слабительных, антацидов – магния оксида [18]), или внутривенное введение сывороток на основе соли магния женщинам при беременности [10];
- уменьшение выведения магния почками, что характерно при нарушении естественной экскреторной функции почек, например при почечной недостаточности [29];
- перераспределение магния, содержащегося в клетках, в кровь и межклеточную жидкость при гипотиреозе и ацидозе (к примеру, при хроническом ацидозе у людей с сахарным диабетом, болезни Аддисона, гипотиреозе, гипотермии);
- обезвоживание;
- надпочечниковая недостаточность;
- рабдомиолиз;
- приём ацетилсалициловой кислоты;
- приём триамтерена;

- лечение прогестероном;
- прием препаратов лития.

У **новорожденных** [10, 11] гипермагниемия относят к ятрогениям. Она может быть вызвана чрезмерным введением магния сульфата беременной женщине по поводу тяжелой преэклампсии незадолго до родов с последующим развитием фетальной гипермагниемии или непосредственно новорожденному ребенку при длительном полном парентеральном питании или при лечении персистирующей легочной гипертензии. Появлению гипермагниемии способствуют асфиксия плода и новорожденного (ацидоз содействует переходу внутриклеточного магния во внеклеточную жидкость) и патологические состояния, сопровождающиеся олигурией или анурией. Патологическое действие гипермагниемии заключается в угнетении функции периферического нервно-мышечного умеренного до полной блокады. У взрослых в экстремальных случаях при повышении содержания магния в сыворотке крови в пределах 5,3-7 ммоль/л развивается кома, а при колебаниях 7,8-8,3 ммоль/л наступает остановка сердца. У новорожденных детей клинические проявления гипермагниемии наступает при повышении содержания магния в сыворотке крови свыше 1,5 ммоль/л. При фетальной гипермагниемии ребенок обычно рождается вялым и гипотоничным. К более выраженным проявлениям относятся гиподинамия, атония и расстройство дыхания. При наличии хорошего диуреза эти симптомы постепенно исчезают через несколько дней. Необходимо отметить, что если у ребенка от матери с гипермагниемией на фоне тяжелой преэклампсии выявляется выраженная гипотония и гиподинамия, то эта симптоматика частично может быть объяснена и гипоксическим поражением ЦНС. Лечение включает в себя инфузионную терапию 10% раствором глюкозы в сочетании с введением лазикса. При очень тяжелых проявлениях гипермагниемии применяют заменное переливание крови. Для предупреждения остро возникшей гипермагниемии при введении 25% раствора магния сульфата по поводу судорог его следует применять внутримышечно, избегая внутривенного вливания.

Для лечения больных с **острой почечной недостаточностью** [29] с критической гипергидратацией на фоне гипермагниемии и других электролитных нарушений и ДВС-синдрома показано применение гемофильтрации, позволяющей удалить до 30 л ультрафильтрата, содержащего электролиты, мочевины, «средние молекулы». У больных острой почечной недостаточностью с выраженным гиперкатаболизмом гемофильтрацию проводят одновременно с гемодиализом: гемодиализация сочетает процессы диффузии низкомолекулярных веществ в диализирующий раствор вследствие концентрационного градиента и конвекцию воды с растворенными в ней низко- и среднемолекулярными токсинами через мембрану гемофильтра под влиянием трансмембранного давления.

Лечебные меры при гипермагниемии

При коррекции гипермагниемии необходимо:

- отменить прием магнийсодержащих препаратов;
- при угрожающем жизни высоком уровне сывороточного магния для ослабления блока нейромышечной проводимости внутривенно вводится глюконат или хлорид кальция 10% – 10,0 мл;
- при сохраненной функции почек для увеличения выведения магния назначаются мочегонные препараты на фоне внутривенного введения 1000,0-2000,0 мл 0,45% раствора хлорида натрия;
- у больных с почечной недостаточностью для выведения из организма избытка магния проводится гемодиализ с диализатом без солей магния.

Литература

1. Бабичев А.В. Патология водно-электролитного гомеостаза. СПбГПМА. 2003. – 136 с.
2. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (перевод с англ. Проф. В.И. Легезы). М.-СПб. 2000, 320 с.
3. Постников А.А. Водно-минеральный обмен. «Триада-фарм». М. 2006, 238 с.
4. Практическая трансфузиология. Под ред. Г.И. Козинца. Практическая медицина, М. 2005, 544 с.
5. Рагимов А.А., Щербакова Г.Н. Руководство по инфузионно-трансфузионной терапии. «Медицинское информационное агентство» М. 2003, 182 с.
6. Кнышева И.Г., Джобавя Э.М., Доброхотова Ю.Э. Роль дефицита магния в патогенезе гестоза. РОССИЙСКИЙ ВЕСТНИК АКУШЕРА-ГИНЕКОЛОГА 2, 2013 30-5. http://www.mediasphera.ru/uppic/Akushertvo/2013/2/7/Akush_2013_02_030.pdf.
7. Гипомагниемия. http://ilive.com.ua/health/gipomagniemiya_79381i15952.html.
8. Гипомагниемия или гипомагниезия. <http://www.gastroscan.ru/handbook/117/5976>.
9. Гипомагниемия и сахарный диабет. http://www.rmj.ru/articles_2517.htm.
10. Гипермагниемия. <http://medicinapediya.ru/terapiya-anesteziologiya-intensivnaya/gipermagniemiya.html>.
11. Гипермагниемия. <http://razvitierbenca.ru/gipermagniemiya/>
12. Гиперпаратиреоз. <http://proendocrinology.com/blz/gipreoz/giperparatireoz.html>.

13. Диабетический кетоацидоз и гиперосмолярная кома. <http://www.medicum.nnov.ru/doctor/library/endocrinology/Lavin/40.php>.
14. Магний. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=12>.
15. Магний. <http://www.healthway.com.ua/ingredients/magniy>.
16. Магний в продуктах питания, суточная потребность и роль в организме. <http://www.ukzdor.ru/magni.html>.
17. Магний в продуктах питания и его роль в организме человека.
18. <http://ialive.ru/pitanie/mineraly/makroelementy/magnij-v-produktahpitaniya.html>.
19. Магний как лекарство. <http://www.gastroscan.ru/handbook/121/5968#Antacid>.
20. Магний – описание химического элемента с фото; характеристика потребности в нем со стороны организма (норма, дефицит, избыток); продукты, в которых содержится. <http://xcook.info/mikrojelementy/magnij.html>.
21. Макро- и микроэлементы в питании человека. <http://supercook.ru/3-microel.html>.
22. Нарушения калий-магниевого гомеостаза в клинической практике: коррекция сбалансированным раствором калия и магния аспарагината.
23. <http://www.lvrach.ru/2014/02/15435892/>
24. Нарушения обмена магния/ Гипермагниемия.
25. <http://www.medlinks.ru/sections.php?op=viewarticle&artid=3334>.
26. Нарушения обмена магния. Гипермагниемия. <http://dommedika.com/physiology/516.html>.
27. Поражение сердца при алкогольном циррозе печени.
28. http://umedp.ru/articles/porazhenie_serdtsa_pri_alkogolnom_tsirroze_pecheni.html.
29. Продукты, содержащие магний. <http://athleticbody.ru/produkty-soderzhashhie-magnij.html>.
30. Продукты содержащие магний. <http://rulakomka.ru/produkty-soderzhashhie-magnij.php#ixzz3q2Ku3fyI>.
31. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
32. Роль магния в заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

33. http://www.rmj.ru/articles_7623.htm.
34. Характеристика лечения острой почечной недостаточности.
35. http://medbe.ru/materials/kriticheskie-sostoyaniya/kharakteristika-lecheniya-ostroy-pochechnoy-nedostatochnosti/?PAGEN_2=4.

1.2.6. Железо

ЖЕЛЕЗО, Fe (а. iron; н. Eisen; ф. fer; и. hierro), – химический элемент VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 26, атомная масса 55,847. Железо известно с доисторических времён. Впервые человек, вероятно, познакомился с метеоритным железом, т.к. древнеегипетское название железа «бени-пет» означает небесное железо. В хеттских текстах встречается упоминание о железе как о металле, упавшем с неба. Железо – серебристо-серый пластичный металл. Кристаллические модификации α -, γ - и δ -Fe открыты в 1868 Дмитрием Константиновичем Черновым (1839–1921) [16].

По содержанию в земной коре (4,65%) железо занимает 4-е место. Среди других породообразующих элементов имеет максимальный атмосферный вес. Железо – сидерофильный элемент. Ведущий элемент метеоритного вещества: в каменных метеоритах содержится 25, в железных – 90,85% по массе Fe. Наиболее бедны железом верхние оболочки Земли: в атмосфере фактически не содержится железо (лишь в метеорной и земной пыли), в гидросфере – $1 \cdot 10^{-6}\%$, в почве – 3,8%, в растениях (золе) – 1,0%, в живом веществе – $1 \cdot 10^{-2}\%$. Железоуглеродистые сплавы – основа конструкции материалов, применяющихся во всех отраслях промышленности. Техническое железо – материал для сердечников электромагнитов и якорей электромашин, пластин аккумуляторов. Железный порошок в больших количествах применяется при сварке. Оксиды железа – минеральные краски; ферромагнитные Fe_3O_4 , γ -Fe используются для производства магнитных материалов. Сульфат $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ применяется в текстильной промышленности, в производстве берлинской лазури, чернил; FeSO_4 – коагулянт для очистки воды. Железо используется также в полиграфии, медицине (как антианемическое средство); искусственные радиоактивные изотопы железа – индикаторы при исследовании химико-технологических и биологических процессов [16].

Значение железа для организма

Без железа невозможна жизнь животных, растений и человека. Оно содержится в живых организмах, и без него не осуществимы жизненно важные процессы, без протекания которых всё живое обречено на гибель.

В растительном мире роль железа очень важна. За исключением железобактерий, все живые организмы – от растений до человека – связывают вдыхаемый кислород в сложные соединения. В центре их молекул находится атом металла. Для растений – это атом магния, для животных – атом железа. Железо необходимо для образования хлорофилла, который обуславливает усвоение растениями углекислоты при помощи поглощаемой ими энергии солнечного света. Хотя железо не входит в состав хлорофилла, без него этот пигмент не образуется. Недостаток железа в почве вызывает железное голодание растений и заболевание – хлороз. Наиболее чувствительны к недостатку железа плодовые деревья – яблоня, груша, слива, персик, цитрусовые, а так же малина и виноград [18].

Вхождение железа в состав гемоглобина и миоглобина определяет его ведущую роль в накоплении и перемещении кислорода и углекислого газа в организме. Железо является составной частью значительного числа белков и ферментов, включая принимающих участие в синтезе ДНК [1-5].

В гемосодержащих белках железо находится в составе гема. В негемовых железосодержащих белках железо непосредственно связывается с белком. К таким белкам относят трансферрин, ферритин, окислительные ферменты рибонуклеотидредуктазу и ксантиноксидазу, железофлавопротеины: NADH-дегидрогеназа и сукцинат-дегидрогеназа.

В организме взрослого человека содержится 3 – 4 г железа, из которых только около 3,5 мг находится в плазме крови. Гемоглобин имеет примерно 60-65% железа всего организма, ферритин – 9-10%, миоглобин – 7,5-8,5%, трансферрин – 0,1-0,2%, На долю всех содержащих железо ферментов приходится всего 5-7% железа, имеющегося в организме [28] (табл. 13).

Таблица 13. Распределение железа в организме

Компонент	мг	%
Гемоглобин	2300	60-65
Ферритин	500	9-10
Гемосидерин	500	9-10
Миоглобин	130	7,5-8,5
Цитохромы, каталазы	10	5-7
Транспортное железо	3	0,1-0,2
Всего	3500	100

Большое значение железо имеет:

- в процессах роста организма;
- в преобразовании и выделении энергии;
- в процессе кроветворения;
- в синтезе ДНК;
- в противомикробном и противовирусном иммунитете;

- в детоксикационных процессах;
- в обмене холестерина.

Наиболее активное усвоение железа происходит у детей во время роста, у женщин в детородную фазу жизни и при беременности, а также у пострадавших в посттравматическом и послеоперационном периодах. Ферритин, циркулирующий в крови, практически не участвует в депонировании железа, однако концентрация ферритина в сыворотке в физиологических условиях прямо коррелирует с количеством депонированного железа в организме. При дефиците железа, которое не сопровождается другими заболеваниями, так же, как при первичной или вторичной перегрузке железом, показатели ферритина в сыворотке дают достаточно точное представление о количестве железа в организме. Поэтому в клинической диагностике ферритин должен использоваться в первую очередь как параметр, оценивающий депонированное железо [28] (табл. 14).

Таблица 14. Лабораторные показатели нормального обмена железа

Сывороточное железо	
Мужчины:	0,5-1,7 мг/л (11,6-31,3 мкмоль/л)
Женщины:	0,4-1,6 мг/л (9-30,4 мкмоль/л)
Дети: до 2 лет	0,4-1,0 мг/л (7-18 мкмоль/л)
Дети: 7-16 лет	0,5-1,2 мг/л (9-21,5 мкмоль/л)
Общая железосвязывающая способность (ОЖСС)	2,6-5,0 г/л (46-90 мкмоль/л)
Трансферрин	
Дети (3 мес. – 10 лет)	2,0-3,6 мг/л
Взрослые	2-4 мг/л (23-45 мкмоль/л)
Пожилые (старше 60 лет)	1,8-3,8 мг/л
Насыщение трансферрина железом (НТЖ)	15-45%
Ферритин сыворотки крови	
Мужчины:	15-200 мкг/л
Женщины:	12-150 мкг/л
Дети: 2-5 месяцев	50-200 мкг/л 0,5-1
Дети: 6 лет	7-140 мкг/л

Лучшее усвоение железа происходит из продуктов животного происхождения и значительно хуже из растительных. К примеру, из риса и шпи-

ната усваивается лишь 1% железа, из яиц и фасоли – 2-3%, из фруктов – 3-4%, из рыб – 9-11%, из печени 12-16%, из телятины – 22% (табл. 15).

Таблица 15. Содержание железа в пищевых продуктах [15, 27]

Продукт питания	Железо (мг)	Продукт питания	Железо (мг)	Продукт питания	Железо (мг)
Мясо и рыба		Фрукты		Разное	
		Чернослив	3,9	Грибы сушеные	35
Кровь говяжья, свиная	60	Изюм	3,3	Орехи лесные	25
		Финики сушеные	2,1	Салат эндивий и цикорий	25
Кровь лошадей	50	Малина, смородина	0,9		
Кровь телячья	40	Виноград, персики	0,8	Шоколад	20
Кровь кур	30	Бананы, черника	0,6	Дрожжи пивные	18,2
Печень свиная	19	Яблоки, груши	0,3	Красная капуста	18
Мясо кролика	15	Вишня, грейпфруты	0,2	Дрожжи сушеные	18
Печень говяжья	12	Молоко и молочные продукты		Листья сельдерея	16
Печень телячья	10			Соя	13
Печень куриная	8,5	Молоко цельное и обезжиренное	0,1	Какао	12,5
Почки	7,9			Укроп	12
Сердце	4,6	Молоко сгущенное	0,2	Бобы	10
Рыба белая	4	Молоко в порошке	0,2	Сыр (пармезан)	10
Говядина тощая	2,9	Яйца		Патока	6,0
Ветчина копченая	2,5	Яйцо целое	2,7	Сушеные груши	5,4
Свинина	2	Желток	7,2	Хрен	5,2
Баранина	2	Белок	0,2	Дрожжи пекарские	4,9
Курица	2	Овощи		Курага	4,7
Моллюски	2	Морская капуста	16	Миндаль	4,4
Крупы и зерновые		Цветная капуста	3,7	Крапива	4,3

Чечевица	11,8	Шпинат	3,0	Гематоген	4,0
Крупа гречневая	8,3	Огурцы	2,5	Хлеб ржаной	3,8
Горох	7	Чеснок	2,3	Фундук	3,2
Овсяные хлопья	4,5	Зеленый горошек	1,9	Грецкий орех	2,9
Пшеница	3,3	Брюссельская капуста	1,3	Икра чёрная	2,5
Хлеб пшеничный	1,9	Помидоры	0,6	Грибы	1,0
Рис	0,8	Лук, капуста, салат	0,5	Мёд	0,9

В усвоении железа важную роль играет кислотность желудочного сока, аскорбиновая кислота. Снижение усвоения железа происходит под влиянием фосфатов, поступающих с молочными продуктами и яйцами; оксалатов; фитатов; танинов из черного чая, кофе и отрубей; повышенных концентраций токоферола и цинка.

Вещества, влияющие на всасывание железа [30]

Активаторы:

- Аскорбиновая кислота.
- Янтарная кислота.
- Пировиноградная кислота.
- Фруктоза.
- Сорбит.
- Алкоголь.
- Мясо.
- Рыба (белок).
- Молочная кислота.

Ингибиторы:

- Оксалаты.
- Фитаты.
- Фосфаты.
- Танины.
- Антациды.
- Тетрациклины.
- Витамины группы В.
- Фолиевая кислота.
- Соли кальция.
- Альмагель.
- Соли магния.

- Медь.
- Ингибиторы образования соляной кислоты.
- Соевый протеин.
- Молоко.
- Пищевые волокна.
- Полифенолы (чай, кофе, бобы, орехи, крупы, свежие овощи, фрукты и др.).
- Карбонаты.

Имеются также сведения о неблагоприятном влиянии на усвоение железа пищевых волокон, которыми богаты крупы, свежие овощи, фрукты. В кишечнике пищевые волокна практически не перевариваются, железо фиксируется на их поверхности и выводится через кишечник.

Часть железа находится в составе белков трансферина и ферритина. Трансферин является переносчиком железа. Ферритин, накапливающийся в костном мозге, селезенке и печени, служит основным поставщиком железа при синтезе гемоглобина. Длительная нехватка железа проявляется в снижении уровня ферритина в крови.

Обмен железа [29]

Источниками железа при биосинтезе железосодержащих белков служат железо пищи и железо, освобождающееся при постоянном распаде эритроцитов в клетках печени и селезенки.

Основной источник эндогенного железа – физиологическая деструкция гемоглобина, связанная с распадом эритроцитов. Известно, что в течение суток разрушается около 50 мл крови и столько же восстанавливается. Жизнь эритроцита недолговечна – всего 125 дней. Ежедневно для восполнения разрушившихся эритроцитов в костном мозге образуется около 250 миллиардов эритроцитов, ежесекундно – около 2,5 млн. Доказано, что в каждом эритроците содержится 400 млн молекул гемоглобина. Гемоглобин синтезируется там же, где рождаются молодые эритроциты, – в костном мозге, а его разрушение происходит в селезенке, которая служит «кладбищем» для эритроцитов. Как уже отмечалось ранее, при распаде гемоглобина освобождается железо. Какова же его дальнейшая судьба? Если бы железо безвозвратно выводилось из организма, то только для построения новых эритроцитов организм должен был бы возобновлять все запасы железа в крови каждые 125 дней. При этом ежедневно требовалось бы около 25 мг, а с учетом того, что всасывается лишь около 10% железа, – то около 250 мг. К счастью, железо из разрушенных эритроцитов в значительной мере возвращается к месту синтеза, а потому суточная потребность здорового человека в железе не превышает 15 мг. Это количество полностью покрывается за счет пищи.

«Поджелезивать» пищу подобно тому, как ее подсаливают, здоровому человеку нет необходимости [30].

В нейтральной или щелочной среде железо находится в окисленном состоянии – Fe^{3+} , образуя крупные, легко агрегирующие комплексы с OH^- , другими анионами и водой. При низких значениях рН железо восстанавливается и легко диссоциирует. Процесс восстановления и окисления железа обеспечивает его перераспределение между макромолекулами в организме. Ионы железа обладают высоким сродством ко многим соединениям и образуют с ними хелатные комплексы, изменяя свойства и функции этих соединений, поэтому транспорт и депонирование железа в организме осуществляют особые белки. В клетках железо депонирует белок ферритин, в крови его транспортирует белок трансферрин.

Всасывание железа в кишечнике

В пище железо в основном находится в окисленном состоянии (Fe^{3+}) и входит в состав белков или солей органических кислот. Освобождению железа из солей органических кислот способствует кислая среда желудочного сока. Наибольшее количество железа всасывается в двенадцатиперстной кишке. Аскорбиновая кислота, содержащаяся в пище, восстанавливает железо и улучшает его всасывание, так как в клетки слизистой оболочки кишечника поступает только Fe^{2+} . В суточном количестве пищи обычно содержится 15 – 20 мг железа, а всасывается только около 10% этого количества. Организм взрослого человека теряет около 1 мг железа в сутки.

Количество железа, которое всасывается в клетки слизистой оболочки кишечника, как правило, превышает потребности организма. Поступление железа из энтероцитов в кровь зависит от скорости синтеза в них белка апоферритина. Апоферритин «улавливает» железо в энтероцитах и превращается в ферритин, который остаётся в энтероцитах. Таким способом снижается поступление железа в капилляры крови из клеток кишечника. Когда потребность в железе невелика, скорость синтеза апоферритина повышается. Постоянное слушивание клеток слизистой оболочки в просвет кишечника освобождает организм от излишков железа. При недостатке железа в организме апоферритин в энтероцитах почти не синтезируется. Железо, поступающее из энтероцитов в кровь, транспортирует белок плазмы крови трансферрин.

Транспорт железа в плазме крови и его поступление в клетки

В плазме крови железо транспортирует белок трансферрин. Трансферрин – гликопротеин, который синтезируется в печени и связывает только окисленное железо (Fe^{3+}). Поступающее в кровь железо окисляет фермент ферроксидоза, известный как медьсодержащий белок плазмы

крови церулоплазмин. Одна молекула трансферрина может связать один или два иона Fe^{3+} , но одновременно с анионом CO_3^{2-} с образованием комплекса трансферрин-2 ($Fe^{3+}-CO_3^{2-}$). В норме трансферрин крови насыщен железом приблизительно на 33%.

Трансферрин взаимодействует со специфическими мембранными рецепторами клеток. В результате этого взаимодействия в цитозоле клетки образуется комплекс Ca^{2+} -кальмодулин-ПКС, который фосфорилирует рецептор трансферрина и вызывает образование эндосомы. АТФ-зависимый протонный насос, находящийся в мембране эндосомы, создаёт кислую среду внутри эндосомы. В кислой среде эндосомы железо освобождается из трансферрина. После этого комплекс рецептор – апотрансферрин возвращается на поверхность плазматической мембраны клетки. При нейтральном значении рН внеклеточной жидкости апотрансферрин изменяет свою конформацию, отделяется от рецептора, выходит в плазму крови и становится способным вновь связывать ионы железа и включаться в новый цикл его транспорта в клетку. Железо в клетке используется для синтеза железосодержащих белков или депонируется в белке ферритине (рис. 1).



Рис. 1. Поступление экзогенного железа в ткани

В полости кишечника железо освобождается из белков и солей органических кислот пищи. Усвоению железа способствует аскорбиновая кислота, восстанавливающая железо. В клетках слизистой оболочки кишечника избыток поступившего железа соединяется с белком апоферритином с образованием ферритина, при этом ферритин окисляет Fe^{2+} в Fe^{3+} . Поступление железа из клеток слизистой оболочки кишечника в кровь сопровождается окислением железа ферментом сыворотки крови ферроксидазой. В крови Fe^{3+} транспортирует белок сыворотки крови трансферрин. В тканях Fe^{2+} используется для синтеза железосодержащих белков или депонируется в ферритине.

Ферритин – олигомерный белок с молекулярной массой 500 кД. Он состоит из тяжёлых (21 кД) и лёгких (19 кД) полипептидных цепей, составляющих 24 протомера. Разный набор прогомержов в олигомере ферритина определяет образование нескольких изоформ этого белка в разных тканях. Ферритин представляет собой полую сферу, внутри которой может содержаться до 4500 ионов трёхвалентного железа, но обычно содержится менее 3000. Тяжёлые цепи ферритина окисляют Fe^{2+} в Fe^{3+} , Железо в виде гидроксидфосфата находится в центре сферы, оболочка которой образована белковой частью молекулы. Оно поступает внутрь и освобождается наружу через каналы, пронизывающие белковую оболочку апоферритина, но железо может откладываться и в белковой части молекулы ферритина. Ферритин содержится почти во всех тканях, но в наибольшем количестве в печени, селезёнке и костном мозге. Незначительная часть ферритина экскретируется из тканей в плазму крови. Поскольку поступление ферритина в кровь пропорционально его содержанию в тканях, то концентрация ферритина в крови – важный диагностический показатель запасов железа в организме при железодефицитной анемии. Метаболизм железа в организме представлен на рис. 2.

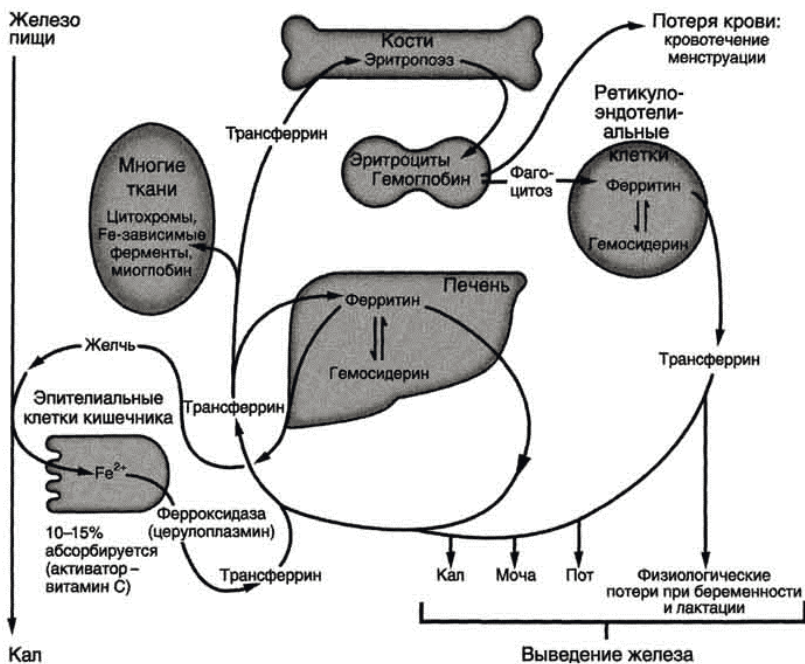


Рис. 2. Метаболизм железа в организме

Регуляция поступления железа в клетки

Содержание железа в клетках определяется соотношением скоростей его поступления, использования и депонирования и контролируется двумя молекулярными механизмами. Скорость поступления железа в неэритроидные клетки зависит от количества белков-рецепторов трансферрина в их мембране. Избыток железа в клетках депонирует ферритин. Синтез апоферритина и рецепторов трансферрина регулируется на уровне трансляции этих белков и зависит от содержания железа в клетке.

На нетранслируемом 3'-конце мРНК рецептора трансферрина и на нетранслируемом 5'-конце мРНК апоферритина имеются шпилечные петли – железочувствительные элементы IRE. Причём мРНК рецептора трансферрина имеет 5 петель, а мРНК апоферритина – только 1.

Эти участки мРНК могут взаимодействовать с регуляторным IRE-связывающим белком. При низких концентрациях железа в клетке IRE-связывающий белок соединяется с IRE мРНК апоферритина и препятствует присоединению белковых факторов инициации трансляции. В результате этого снижается скорость трансляции апоферритина и его содержание в клетке. Вместе с тем при низких концентрациях железа в клетке IRE-связывающий белок связывается с железочувствительным элементом мРНК рецептора трансферрина и предотвращает её разрушение ферментом РНК-азой. Это вызывает увеличение количества рецепторов трансферрина и ускорение поступления железа в клетки.

При повышении содержания железа в клетке в результате его взаимодействия с IRE-связывающим белком происходит окисление SH-групп активного центра этого белка и снижение сродства к железочувствительным элементам мРНК. Это приводит к двум последствиям:

- во-первых, ускоряется трансляция апоферритина;
- во-вторых, IRE-связывающий белок освобождает шпилечные петли мРНК рецептора трансферрина, и она разрушается ферментом РНК-азой, в результате снижается скорость синтеза рецепторов трансферрина. Ускорение синтеза апоферритина и торможение синтеза рецепторов трансферрина вызывают снижение содержания железа в клетке в результате депонирования его в ферритине.

В целом эти механизмы регулируют содержание железа в клетках и его использование для синтеза железосодержащих белков.

Ежедневная потребность в железе и его поступление с пищей для разного пола и возрастных категорий представлена в таблице 16:

Таблица 16. Ежедневная потребность в железе [31]

Возраст	Содержание железа в пище (мг)	Суточная потребность (мг)	Коэффициент наличия к потребности
Беременные женщины	18-36	80	0,2–0,4
Взрослые мужчины	25-52	13	2–4
Взрослые женщины	18-36	21	1–2
Юноши	30-60	21	1,5–3
Девушки	30-60	20	1,5–3
Дети 1-12 лет	48-95	22	2–4
Дети до года	33-66	67	0,5–1

Очевидно, что суточная потребность у большинства людей перекрывается содержанием железа в пище, за исключением беременных женщин и значительного числа детей до года.

В естественных условиях железо выделяется через кишечник, почки, с потом, а также теряется с волосами и ногтями. Количество выводимого из организма железа ограничено, и в норме соответствует его количеству, всасываемому в кишечнике. В случае достаточных запасов железа в организме ферритиновая фракция железа энтероцитов утрачивается при слущивании эпителия слизистой оболочки кишечника. Выделение железа у мужчин составляет в среднем 0,6-1 мг в сутки; у женщин – в два раза больше, что связано с кровопотерями во время менструаций и родов, выделением железа с молоком в период лактации. Так, потери железа в период менструации составляют 16-32 мг, ежедневная дополнительная потеря в период лактации – 0,5 мг в сутки. Физиологические потери железа у детей составляют 0,1-0,3 мг в сутки [30].

Признаки нехватки железа в организме

В младенчестве нехватка железа проявляется повышенной утомляемостью, частыми капризами, замедлением умственного и физического развития.

Нехватка железа является самой частой причиной малокровия или анемии. Развитие железодефицитной анемии сопровождается [17, 21, 27]:

- бледностью, синюшностью губ, понижением температуры тела, зябкостью, одышкой;

- чрезмерной утомляемостью, мышечной слабостью;
- снижением способности к обучению: ухудшением памяти, концентрации внимания;
- задержкой физического и умственного развития у детей, возникновением неадекватного поведения;
- неврологическими нарушениями: вспыльчивостью, неуравновешенностью, плаксивостью, нарушениями сна, непонятными мигрирующими болями (в том числе, в области сердца) по всему телу, тахикардией при незначительной физической нагрузке, головными болями и головокружениями;
- геофагией – извращения в питании, в особенности у детей младшего возраста, которые могут употреблять почву, мел, песок;
- изменением вкусовых ощущений и характера поверхности языка: сухостью слизистой оболочки, повреждением покровного эпителия ротовой полости и желудка;
- признаками нарушения работы ЖКТ: ухудшением аппетита, отрыжкой, затруднениями при глотании, запорами, метеоризмом, дискомфортом в области эпигастрия.
- подавлением гуморального и клеточного иммунитета, повышением заболеваемости;
- ломкостью и выпадением волос, сухостью кожи, возникновением трещин, изменением цвета эпидермиса на серый или желтоватый. Истончением, ломкостью, уплощением и «ложкообразностью» ногтей;
- образованием экзем и других кожных заболеваний;
- понижением артериального давления;
- учащённым сердцебиением;
- нарушением работы щитовидной железы;
- повышением вероятности развития опухолевых патологий;
- недержанием мочи вовремя смеха или чихания;
- нарушением менструального цикла у женщин, преждевременными родами и отставанием в развитии и серьёзными патологиями плода;
- гипохромной (железодефицитной) анемией.

В отдельных случаях нехватки железа у детей и женщин может наблюдаться извращение вкуса с поеданием не пищевых веществ: клейстера, мела, пепла и даже земли.

Причины нехватки железа в организме

Нехватка железа в организме возникает при неполном возмещении его повышенных потребностей, недостаточном усвоении из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь [17]:

- при неудовлетворительном количестве поступления железа в организм вследствие неадекватного рациона питания, вегетарианской диеты, недоедания;
- при усиленном расходе железа в период беременности и лактации [7] ;
- во время ускоренного роста детей у мальчиков 6-8 лет и девочек-подростков [26];
- при потере железа в результате травм, кровопотерь в ходе операций, язвенных патологий [20] , заболеваний почек[11] и мочевого пузыря, в процессе обильных менструаций [8] , при проведении хронического гемодиализа, донорства, занятий спортом;
- при нарушении всасывания в пищеварительном тракте из-за резекции тонкого кишечника, патологических изменений: гастритов с пониженной кислотностью, дисбактериоза, ухудшения всасывания железа в кишечнике;
- при авитаминозе С, избыточном поступлении в организм черного чая, кофе, токоферола и цинка;
- при гельминтозах [12];
- при системных опухолевых заболеваниях [6];
- при дисфункции щитовидной железы;
- при избыточном уровне в организме витамина Е, кальция, цинка, фосфатов, оксалатов.
- при интоксикации антацидами, свинцом.

Среди клинических форм **железодефицитной анемии**, имеющих место в **детском возрасте**, различают:

- анемию у недоношенного ребенка, первые признаки которой проявляются уже на первом месяце жизни, и сопровождающуюся выраженным снижением показателя гемоглобина в крови до 80 г/л. В качестве препарата выбора в данной ситуации является Эритропоэтин, который вводится подкожно 3 раза в неделю в дозе 200 ЕД на кг веса курсом не менее 10 инъекций, одновременно дети должны получать полноценное питание, препараты железа (2 мг/кг элементарного железа) и фолиевую кислоту (по 0,001 г в день) [10];
- инфекционно-алиментарную анемию, проявляющуюся во втором полугодии жизни ребенка и обусловленную недостаточным поступлением полезного железа вместе с материнским молоком при нарушениях грудного вскармливания, а также при инфекционных заболеваниях;
- хлороз, обусловленный эндокринной дисфункцией в период полового созревания и имеющий все признаки недостатка железа в крови, однако не нуждающийся в специализированной медикаментоз-

ной коррекции и проходящий самостоятельно после установления регулярного менструального цикла.

Для того чтобы предотвратить развитие у ребенка железодефицитных состояний в том или ином периоде, необходимо применять профилактические мероприятия: рациональное питание беременной женщины и применение пролонгированных форм железосодержащих препаратов при имеющихся признаках анемии, длительное и регулярное грудное вскармливание с рациональным подходом к введению прикормов, периодический анализ лабораторных показателей периферической крови [19].

Женщины детородного возраста [7] относятся к группе риска по развитию железодефицитной анемии, поскольку имеют более высокие потребности в железе. Многие из них имеют хронический латентный дефицит железа, который, как правило, долго остается не диагностированным, так как отсутствуют выраженные клинические симптомы, а организм хорошо к нему адаптирован.

Еще одной важной проблемой железодефицитной анемии у молодых женщин являются особенности питания: увлечение «диетами», исключение или значительное ограничение в рационе основных железосодержащих продуктов, избыточное потребление продуктов, тормозящих всасывание железа (шоколад, чай, кофе, злаковые и другие).

Поэтому к моменту наступления беременности до 50–60% женщин не имеют достаточных запасов железа не только для обеспечения развития плода, но и для собственных возросших потребностей. Ведь даже при достаточных запасах депо железа у беременной истощается приблизительно к началу II триместра беременности.

Во время беременности железо интенсивно расходуется на развитие и рост плода (до 500 мг железа), увеличение массы эритроцитов беременной (до 700 мг железа), формирование маточно-плацентарного комплекса (до 150 мг железа). С учетом индивидуальных ежедневных потерь всего для нормально протекающей беременности требуется 1000–1500 мг железа.

В I триместре источником железа для беременной является преимущественно депо. Всасывание железа в кишечнике в этот период меняется мало, компенсируя лишь ежедневные потребности женщины, и в начале II триместра депо железа истощается. Дальнейшее обеспечение все возрастающих потребностей в железе может покрываться только всасыванием в кишечнике. Интенсивность всасывания железа у беременной начиная со II триместра постепенно увеличивается, иногда достигая десятикратного превышения показателей у небеременной женщины. Таким образом, диета беременной должна содержать большое количество легкодоступного железа с учетом новых высоких способностей по его всасыванию.

Роды резко снижают потребности женщины в железе. Однако сами роды, с учетом кровопотерь, могут привести к потере 100–200 мг железа. Наступающая вслед за этим лактация также требует около 0,3 мг железа в сутки, что увеличивает ежедневную потребность в железе кормящей матери до 1,3–1,5 мг в сутки. Возобновляющиеся через некоторое время менструации приведут к росту ежедневных потребностей до 2,5–3,0 мг.

Учитывая вышеизложенное, можно утверждать, что практически все женщины в период беременности и кормления грудью испытывают дефицит железа различной степени выраженности.

Железодефицитная анемия у больных **хронической почечной недостаточностью** [11] обусловлена не только, снижением уровня железа из-за неадекватного всасывания в кишечнике и гемодиализных кровопотерь, но и падением синтеза гормона роста эритроцитов – эритропоэтина в перитубулярных клетках проксимальной части нефрона ввиду сморщивания почек, поэтому пациентам, находящимся на хроническом гемодиализе, предпочитают внутривенно вводить Железа гидроксид сахарозный комплекс + эритропоэтин

Частота дефицита железа у онкологических больных [6] составляет 30–60%. Для восполнения абсолютной недостаточности железа, а также функционального его дефицита, развивающегося при лечении стимуляторами эритропоэза, применяют препараты железа. Результаты контролируемых исследований свидетельствуют о том, что у больных с анемией, вызванной химиотерапией, внутривенное введение препаратов железа по эффективности превосходит пероральное. Современные железозуглеводные коллоиды, не содержащие декстран (такие как карбоксимальтозат железа), хорошо переносятся и редко вызывают аллергические реакции. Преимуществом карбоксимальтозата железа перед другими препаратами железа, зарегистрированными в Российской Федерации, является возможность однократного введения большой дозы железа (1000 мг за 15 мин), что позволяет быстро восполнить дефицит железа (2–3 инфузии) и избежать длительного приема пероральных препаратов, часто вызывающих желудочно-кишечные побочные реакции.

Лечебные меры при нехватке железа

Наряду с мерами по устранению и уменьшению кровопотерь рекомендуется включение в пищевой рацион продуктов, содержащих значительное количество железа.:

В случаях выраженного истощения запасов железа добавляют прием препаратов его солей: глюконата, лактата, полиизомальтозата, сорбата, сульфата или fumarата.

Показания к медикаментозному лечению [9]:

Лечение и профилактика состояний сопровождающихся недостаточностью железа:

- железодефицитная анемия различной этиологии (лечение в латентном периоде и в период манифестации).

Латентный дефицит железа в организме (без анемии), связанный с чрезмерными потерями железа или повышенной потребностью в нем:

- кровотечения, хроническая кровопотеря (маточные, кровохарканье, гематурия, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, опухоли, геморрой и др.);
- постоянное донорство;
- беременность, лактация;
- период активного роста и полового созревания;
- неполноценное питание, редуccionные диеты;
- определенные стадии лечения V_{12} -дефицитной анемии;
- глистные инвазии;
- нарушения абсорбции железа, в т.ч. при хроническом гастрите с секреторной недостаточностью или после резекции желудка;
- у недоношенных детей.

Формы для перорального применения (внутрь):

- лечение латентного дефицита железа и железодефицитной анемии, в т.ч. у младенцев и детей младшего возраста (сироп, капли);
- профилактика недостатка железа (в период беременности, лактации, в детородном периоде у женщин, у детей и подростков, вегетарианцев, пожилых людей и др.).

Формы для парентерального введения (в/м, в/в):

- лечение железодефицитных состояний, требующих быстрого и надежного замещения потерь железа в организме (тяжелая постгеморрагическая анемия), как альтернатива гемотрансфузиям;
- клиническая необходимость быстрого транспорта железа в его депо (предоперационная подготовка больного);
- непереносимость пероральных препаратов железа;
- язвенный колит, язвенная болезнь желудка или двенадцатиперстной кишки в фазе обострения и др. заболевания желудочно-кишечного тракта, при которых назначение пероральных форм железа нежелательно или противопоказано;
- нарушения абсорбции железа, синдром мальабсорбции;

- невозможность полноценного всасывания железа из желудочно-кишечного тракта (токсикозы беременных, оперативные вмешательства и др.);
- неэффективность терапии железодефицитной анемии пероральными препаратами железа.

Способ применения и дозы:

Дозировка и длительность лечения зависят от степени дефицита железа. Дозу и продолжительность лечения подбирают индивидуально под контролем уровня гемоглобина и железа сыворотки крови. Кратность приема зависит от лекарственной формы конкретного препарата.

Таблица 17. Содержание элементарного железа в препаратах железа [32]

Препарат	Форма выпуска	Содержание элементарного железа
Актиферрин	капсулы	34.5 мг/капсула
	раствор для приема внутрь	9.48 мг/мл
	сироп	6.87 мг/мл
Тардиферон	таблетки	80 мг/таблетка
Сорбифер Дурулес	таблетки	100 мг/таблетка
Тотема	раствор для приема внутрь	50 мг/ампула
Ферлатум	раствор для приема внутрь	40 мг/флакон
Феррум Лек	сироп	10 мг/мл
	жевательные таблетки	100 мг/таблетка
	раствор для в/м введения	100 мг/ампула
Мальтофер	сироп	10 мг/мл
	жевательные таблетки	100 мг/таблетка
	капли для приема внутрь	50 мг/мл
	раствор для приема внутрь	100 мг/флакон
	раствор для в/м инъекций	100 мг/ампула
Венофер	раствор для в/в введения	100 мг/ампула
Космофер	раствор для в/в и в/м введения	100 мг/ампула

Прием внутрь:

Всасывание солей железа (II) уменьшают черный чай, кофе, молоко, твердая пища, хлеб, сырые злаки, молочные продукты, яйца, жирная пища (рекомендуется прием за 30-60 минут до еды, или через 2 часа после еды). При возникновении побочных реакций со стороны пищеварительной системы иногда рекомендуют принимать препараты солей железа (II) сразу же после еды (при этом степень абсорбции уменьшается). Железа (III) гидроксид полимальтозат при приеме внутрь не взаимодействует с пищей; компоненты пищи не влияют на степень его всасывания, поэтому препарат можно добавлять во фруктовые соки, чай, молоко и принимать его в независимости от диетологического режима, в любое удобное время.

Взрослым и детям старше 6 лет возможно назначение препарата внутрь в виде капсул, драже или таблеток.

Детям старше 2-х лет препарат назначают внутрь в форме сиропа, с большим количеством жидкости.

Детям первого года жизни препарат назначают в форме капель, с большим количеством жидкости.

Средняя доза для лечения составляет 5-6 мг элементарного железа на 1 кг массы тела в 2-3 приема в сутки. Минимальная эффективная суточная доза элементарного железа для взрослых составляет 100 мг; максимальная суточная доза – 400 мг. Детям в возрасте от 1 года до 12 лет дозу устанавливают из расчета 50-100 мг/сутки; детям до 1 года – из расчета 25-50 мг/сутки. После нормализации уровня гемоглобина доза железа может быть уменьшена до профилактической в 1-2 приема. Средняя продолжительность терапии при манифестной 180 недостаточности железа составляет 2-3 месяца, иногда – до 4-6 месяцев. Профилактический прием продолжают еще в течение не менее 4 недель после достижения нормальных показателей сывороточного железа и гемоглобина, и до насыщения депо железа, т.е. до 12 недель. В профилактических дозах препараты железа назначают внутрь при латентном дефиците железа взрослым и детям старше 12 лет из расчета 50-100 мг железа в сутки; детям от 1 года до 12 лет – 25-50 мг железа в сутки. Для восстановления резерва железа в организме прием препарата проводят в течение нескольких месяцев в профилактических дозах. Для профилактики дефицита железа при беременности препарат назначают по 50-100 мг железа в сутки. При продолжающихся потерях железа рекомендуется прием профилактических доз элементарного железа по 30-60 мг/сутки до 6 и более месяцев [14].

В настоящее время с успехом применяются для лечения и профилактики железодefицитной анемии у беременных и кормящих матерей позволяет добиться хороших результатов применение сульфата железа 100 мг, цианокобаламина 5 мкг, фолиевой кислоты 10 мг и аскорбиновой кислоты

75 мг. (Ферро-Фольгамм). Универсальность препарата связана с его избирательно-стимулирующим действием на синтез железосодержащей и белковой частей гемоглобина. Так, сульфат железа обладает высоким коэффициентом всасывания в желудочно-кишечном тракте и практически не образует в последнем малодоступных сложных соединений. Добавление фолиевой кислоты и витамина В12 является важным преимуществом, т. К. при железодефицитной анемии часто имеет место недостаток этих витаминов. Наличие аскорбиновой кислоты улучшает всасывание и усвоение железа.

Парентеральное введение:

При применении препаратов железа парентерально не допускается самостоятельное использование лекарственного средства больными. Больные должны находиться под непосредственным наблюдением во время и после введения препарата. Риск повышается у больных с индивидуальной непереносимостью. Применять строго по назначению врача во избежание осложнений. Дозировка рассчитывается и подбирается индивидуально, в соответствии с общим дефицитом железа в организме.

Расчет общего дефицита железа и курсовой дозы элементарного железа: Общая курсовая доза элементарного железа для парентерального введения соответствует общему дефициту железа в организме. Рассчитывается по специальным таблицам и формулам, учитывающим массу тела пациента и уровень гемоглобина.

Например, общий дефицит железа в мг. = (расчетный уровень гемоглобина в г/л – реальный уровень гемоглобина в г/л) x масса тела в кг. X 0.24 + депонированное железо в мг.

Если масса тела пациента до 35 кг: расчетный уровень гемоглобина = 130 г/л; депонированное железо = 15 мг/кг массы тела.

Если масса тела пациента свыше 35 кг: расчетный уровень гемоглобина = 150 г/л; депонированное железо = 500 мг.

Для больного с железодефицитной анемией, массой тела 65 кг. И уровнем гемоглобина 90 г/л. Курсовая доза элементарного железа составляет: $(150 - 90) \times 65 \times 0.24 + 500 = 1436$ мг.

Для ребенка с массой тела 20 кг. И уровнем гемоглобина 80 г/л. Курсовая доза элементарного железа составляет: $(130 - 80) \times 20 \times 0.24 + (15 \times 20) = 540$ мг. Зная общий дефицит железа в организме (мг) и количество элементарного железа в 1 ампуле препарата, можно рассчитать необходимое количество ампул на курс лечения по формуле: количество ампул для в/м или в/в введения = общий дефицит железа / количество элементарного железа в 1 ампуле (мг).

Взрослым в начале лечения рекомендуется назначать 25 мг элементарного железа в сутки с постепенным увеличением дозы ежедневно или с интервалом в несколько дней до 100 мг/сутки.

В общем случае взрослым не рекомендуется вводить более 300 мг элементарного железа в неделю (100 мг 3 раза в неделю).

В случае необходимости применения у детей рекомендуется вводить не более 3 мг элементарного железа на 1 кг массы тела от 1 до 3 раз в неделю, в зависимости от уровня гемоглобина.

Перед введением первой терапевтической дозы определяется переносимость препарата путем введением «тест-дозы», которая соответствует 20-50 мг элементарного железа для взрослых, 20 мг элементарного железа для детей с массой тела более 14 кг, и половину дневной дозы (1.5 мг/кг) для детей, имеющих массу тела, менее 14 кг. Должны быть доступны средства сердечно-легочной реанимации. Если в течение последующих 30 минут не развивается побочных реакций (гипотензия, бронхоспазм, кожные аллергические реакции и др.), можно вводить оставшуюся часть первоначальной лечебной дозы, в противном случае прием препарата должен быть прекращен.

Для в/в введения (Венофер, Космофер):

Препарат Венофер вводится только внутривенно, путем продолжительной инъекции или капельно, а также в венозный участок диализной системы и не предназначен для внутримышечного введения. Космофер может вводиться как внутривенно, так и внутримышечно.

Разовая (суточная) доза – 100-200 мг. Железа, 2-3 раза в неделю внутривенно. Предпочтительнее вводить при помощи капельной инфузии для того, чтобы уменьшить риск развития гипотензии и опасность попадания раствора в околовенозное пространство. Если клинические обстоятельства требуют быстрой доставки железа в депо в организме, то у взрослых можно назначать в максимальной разовой дозе – до 20 мг железа/кг массы тела. Внутривенное введение общей дозы препарата следует проводить только в госпитальных условиях. Общее количество препарата до 20 мг/кг вводится внутривенно около 4-6 часов. При введении препарата пациент должен находиться под наблюдением врача. Применение общей курсовой дозы возможно, если врач имеет опыт применения препарата в больших разовых дозах. Препарат в дозировке 100 мг. Элементарного железа необходимо развести в 100 мл физиологического раствора. Первые 25 мг железа вводятся в течение 15 минут! Далее, при нормальной переносимости, раствор рекомендуется вводить со скоростью: 200 мл – в течение 30 минут; 300 мл – за 1,5 часа; 400 мл – за 2,5 часа; 500 мл – за 3,5 часа.

Препарат можно вводить в виде концентрированного (не разведенного) раствора внутривенно медленно, со скоростью 20 мг железа/1 мл/1 минуту, но объем препарата не должен превышать 10 мл за одну инъекцию (не более 200 мг железа). При струйном внутривенном введении первые

25 мг железа должны быть медленно введены в течение 1-2 минут. Если в течение 15 минут после введения тест-дозы не наблюдается побочных реакций, то можно ввести оставшуюся дозу препарата.

Введение в диализатор во время процедуры гемодиализа. Препарат возможно вводить непосредственно в венозный участок диализной системы, строго соблюдая правила, описанные для внутривенной инъекции.

Для в/м введения (Феррум Лек, Мальтофер, Космофер):

Препарат для внутримышечных инъекций (Феррум Лек, Мальтофер) вводится строго внутримышечно и не применяется внутривенно – инъекционно или инфузионно! Следует использовать только ампулы, содержащие гомогенный раствор без осадка. Раствор для в/м инъекций следует использовать сразу после вскрытия ампулы.

Стандартная дозировка для детей – 3 мг железа/кг/сутки; максимальная суточная доза для детей – 7 мг железа/кг/сутки.

Стандартная дозировка для взрослых – 100 мг железа/сутки; максимальная доза – 200 мг железа/сутки.

Внутримышечная инъекция проводится медленно и равномерно, в верхний наружный квадрат ягодичы, иглой 5-6 см (глубоко внутримышечно!), попеременно в левую/правую. Перед инъекцией после дезинфекции кожи следует сдвинуть подкожные ткани вниз на 2 см. для предотвращения последующего вытекания препарата. После введения препарата подкожные ткани следует освободить, а место инъекции прижать и удерживать в таком положении в течение 1 минуты.

Избыток железа в организме

Признаки избытка железа в организме

Известны случаи острого отравления детей препаратами железа, сопровождавшиеся тошнотой, рвотой, повреждением слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта, печеночной недостаточностью и в отдельных случаях гибелью пациентов.

Хроническое отравление железом и наследственный гемохроматоз сопровождается [16]:

- накоплением и отложением железа в печени, сердце и поджелудочной железе;
- повышенной утомляемостью, упадком сил, головными болями, головокружениями;
- слабостью;
- потемнением кожи, кожным зудом;
- тошнотой, рвотой, изжогой, болями в области желудка, запором либо диареей, повреждениями слизистой оболочки кишечника;

- снижением аппетита, потерей массы тела;
- гепатомегалией, развитием цирроза печени, печеночной недостаточностью;
- увеличением вероятности возникновения артритов, сахарного диабета, атеросклероза;
- эндокринной недостаточностью;
- повышением вероятности развития инфекционных и опухолевых патологий;
- снижением артериального давления;
- кардиопатией с явлениями аритмии и недостаточности кровообращения;
- нарушением функции яичек, снижением сексуального влечения.

При обследовании выявляется повышение уровня сывороточного железа до 50-70 мкмоль/л (при норме 12,5-30,4 мкмоль/л) и насыщенности трансферина железом до 90% (при норме 30%).

Причины избытка железа в организме

Отравления железом возможны при [17]:

- однократном приеме больших доз солей железа [31];
- излишнем поступлении железа извне, к примеру, при повышенном уровне в питьевой воде или на фоне многочисленных переливаний эритроцитов;
- болезнях поджелудочной железы, печени, селезенки, включая, вследствие хронического алкоголизма;
- при наследственном гемохроматозе, характеризующимся избыточным всасыванием железа из тонкого кишечника [13].

Гемохроматоз [13]. В сфере медицины принято считать гемохроматоз наследственной патологией. Однако он может возникнуть на фоне других заболеваний.

Существует две разновидности недуга:

- Первичные – наследственные. Их делят еще на несколько групп, в зависимости от того, какой ген несет в себе патологию. Также медики называют подобные нарушения бронзовым диабетом или пигментным циррозом печени;
- Вторичные – спровоцированные другими болезнями или факторами. Например, такая форма может возникнуть из-за длительного употребления железосодержащих препаратов, частого переливания крови. Высок риск развития заболевания у людей, злоупотребляющих алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа.

К провоцирующим факторам относится высокий уровень железа в питьевой воде и кислородное голодание, которое приводит к увеличению выработки гемоглобина, и наблюдается у жителей больших городов [24].

Когда количество железа в клетках превышает объём ферритинового депо, железо откладывается в белковой части молекулы ферритина. В результате образования таких аморфных отложений избыточного железа ферритин превращается в гемосидерин. Гемосидерин плохо растворим в воде и содержит до 37% железа. Накопление гранул гемосидерина в печени, поджелудочной железе, селезёнке и печени приводит к повреждению этих органов – гемохроматозу. Гемохроматоз может быть обусловлен наследственным увеличением всасывания железа в кишечнике, при этом содержание железа в организме больных может достигать 100 г. Это заболевание наследуется по аутосомнорецессивному типу, причём около 0,5% европеоидов гомозиготны по гену гемохроматоза. Накопление гемосидерина в поджелудочной железе приводит к разрушению р-клеток островков Лангерханса и, как следствие этого, к сахарному диабету. Отложение гемосидерина в гепатоцитах вызывает цирроз печени, а в миокардиоцитах – сердечную недостаточность. Больных наследственным гемохроматозом лечат регулярными кровопусканиями, еженедельно или один раз в месяц в зависимости от тяжести состояния больного. К гемохроматозу могут привести частые переливания крови, в этих случаях больных лечат препаратами, связывающими железо.

Лечебные меры при избытке железа в организме

При острых отравлениях железом рекомендуется промывание желудка, клизмы, внутривенное введение дефероксамина 10% по 10,0 мл, лечебный плазмаферез.

Чтобы избавить организм от гемохроматоза к больному применяют целый комплекс мер. Он включает в себя отказ от приема железосодержащих препаратов, биологически активных добавок с железом, мультивитаминов. При этом пациенту выписывают лекарства, способствующие выведению железа из организма. Назначают также специальную диету, предусматривающую ограничение употребления богатых железом продуктов – красного мяса и рыбы, мясных субпродуктов, яблок, гречки, орехов, яиц, шоколада и т.д. Под строгим запретом находится алкоголь, так как он не только негативным образом отражается на работе печени, но способствует всасыванию железа в кишечнике. То есть сводит к минимуму эффективность проводимого лечения. Наибольшего эффекта в лечении избытка железа в организме помогает достигать донорство. В начале лечения кровопускание проводят каждую неделю, при этом у больного могут забирать до 500 мл крови. Со временем интервалы увеличиваются, процедуру по-

вторяют раз в три месяца. Лечение таким способом осуществляют до тех пор, пока организм не избавится от избытка железа.

Основной целью проводимой терапии служит удаление избытка железа из организма и недопущение развития осложнений. Для выведения избытков железа из организма прибегают к кровопусканиям под контролем показателей гемоглобина, гематокрита крови, ферритина. С этой же целью могут использоваться экстракорпоральные методы гемокоррекции – плазмаферез, гемосорбция, цитаферез [13].

Если диагноз поставлен вовремя (до того, как больной столкнется с циррозом печени или угрожающей жизни аритмогенной кардиопатией) и лечение начато без промедления, то прогноз является благоприятным. У пациента есть все шансы на долгую жизнь [22].

В лечении избытка железа используют также препараты цинка, комплексообразователи, гепатопротекторы. В некоторых случаях применяется гастротомия с целью изъятия поступившего железа и предотвращения тяжелых поражений печени. Пациентам могут назначать десферриоксимины с продолжительностью введения не более суток. В случае острого отравления железом проводят промывание желудка полиэтиленгликолем в течение 2-4 часов [23].

Хелаторы, например, десферал и эксиджад могут вывести железо и справиться с посттрансфузионной перегрузкой. Железохелатирующая терапия довольно безвредна, но должна осуществляться по показаниям. И ещё есть один существенный недостаток – эксиджад стоит очень дорого, а его цена равна средней месячной зарплате. Он продаётся только под заказ.

Чтобы вывести железо из организма, чтобы не допускать его накопления, особенно в случае наследственного гемохроматоза, вторичного гемохроматоза, необходимо тщательно следить за питанием, а также убедиться в том, что в организме нет предпосылок для накопления железа, из-за инфекции или заболеваний печени.

Неплохо выводят железо пиявки (гирудотерапия), но важно знать куда их ставить, ведь минерал накапливается в основном во внутренних органах. Раньше людей лечили самыми примитивными, но очень эффективными методами: кровопусканием, например.

Самое страшное то, что железо, без дополнительных мероприятий, не выводится из организма [24].

Литература

1. Бабичев А.В. Патология водно-электролитного гомеостаза. СПбГПМА. 2003. – 136 с.
2. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (перевод с англ. Проф. В.И. Легезы). М.-СПб. 2000, 320 с.

3. Постников А.А. Водно-минеральный обмен. «Триада-фарм». М. 2006, 238 с.
4. Практическая трансфузиология. Под ред. Г.И. Козинца. Практическая медицина, М. 2005, 544 с.
5. Рагимов А.А., Щербакова Г.Н. Руководство по инфузионно-трансфузионной терапии. «Медицинское информационное агентство» М. 2003, 182 с.
6. Моисеев С.В. Анемия при онкологических заболеваниях. Онкология. Журнал им. П.А. Герцена, 2012, 1, 77- 82.http://www.mediasphera.ru/uppic/Onkologiya.%20Zhurnal%20imeni%20P.A.%20Gerzena/2012/1/19/Onkologia_2012_01_077.pdf
7. Малоч А.В., Анастасевич Л.А., Филатова Н.Н. Железодефицитные состояния и железодефицитная анемия у женщин детородного возраста. Эндокринология, 2013, 5, 22-7. http://www.reproduct-endo.com.ua/pdf/13/22_27.pdf
8. Тихомиров А.Л., Сарсания С.И., Кочарян А.А. Железодефицитная анемия: актуальная проблема, адекватное лечение. «ГИНЕКОЛОГИЯ» Патология беременности; ТОМ 8; № 5-6; стр. 44-47.<http://medi.ru/doc/a240508.htm>
9. Активное-действующее вещество / начало: соль или гидроксид железа. http://amt.allergist.ru/gelezaslt_1.html
10. Анемии. недоношенныхhttp://www.prematurebaby.ru/index.php?id=79&Itemid=42&option=com_content&task=view
11. Анемия у больных с хронической почечной недостаточностью: принципы терапии.<http://www.lvrach.ru/2005/07/4532756/>
12. Анкилостомидоз. <http://site-zdorovie.ru/bolezni/ankilostomidoz.htm>
13. Гемохроматоз.<http://www.krasotaimedicina.ru/diseases/rheumatology/hemochromatosis>
14. Дефицит железа у беременных: профилактика и лечение. http://www.rmj.ru/articles_9626.htm
15. Железо.http://www.e-pitanie.ru/mineralnie_veshchestva/gelezo.php
16. Железо.<http://www.mining-enc.ru/zh/zhelezo>
17. Железо в организме человека.http://properdiet.ru/mineralnye_veshchestva/53-jelezo-v-organizme-cheloveka
18. Железо в организме человека<http://xreferat.com/108/1309-1-zhelezo-v-organizme-cheloveka.html>
19. Железодефицитная анемия. <http://vlanamed.com/zhelezodefitsitnaya-anemiya/>
20. Железодефицитные анемии. <http://stuklov.ru/index.php/home/pro-anemii/47-008-zhelezodefitsitnye-anemii>
21. Зачем нужно железо.<http://brjunetka.ru/k-chemu-privodit-nehvatka-zheleza-v-organizme/#ixzz3rMjM1vmw>

22. Избыток железа. <http://dolgojit.net/izbytok-zheleza.php>
23. Избыток железа. <http://zdorovi.net/bolezni/izbytok-zheleza.html>
24. Избыток железа в организме: причины, симптомы, лечение. http://mjusli.ru/zhenskoe_zdorove/other/izbytok-zheleza-v-organizme-prichiny-simptomu-lechenie
25. Как вывести избыток железа из организма? http://www.moscow-faq.ru/all_question/wayoflive/zdorove/2015/April/67661/178362
26. Лечение и профилактика недостатка железа у детей. <http://www.liveinternet.ru/community/3084741/post284869038/>
27. Нехватка железа в организме. <http://voproskname.com/nexvatka-zheleza-v-organizme/>
28. Обмен железа. http://bono-esse.ru/blizzard/Lab/Anemia/obmen_Fe.html
29. Обмен железа http://www.biochemistry.ru/biohimija_severina/B5873Part99-641.html
30. Обмен железа в организме человека и его особенности у детей. <http://d-l.com.ua/articles/234.html>
31. Отравление железом. <http://www.pitermed.com/simptomu-bolezni/?cat=18&word=63020>
32. Препараты железа при анемии. <http://zdravotvet.ru/preparaty-zheleza-pri-anemii-kak-vybrat/>

1.2.7. Фтор

Фтор (F) широко известен в формах фторида кальция, фторида олова, монофторфосфата натрия, фторида натрия. Принадлежит к числу наиболее активных элементов галогеновой группы, в которую также входят бром, хлор и йод. Он не встречается в природе в виде простого вещества, а литр природной воды содержит в себе от 3 до 12 мг фторида. В человеческом организме также представлен в комбинациях с другими компонентами [2].

Фтор (F – от лат. Fluorum) – девятый по счету химический элемент в Периодической системе, относящийся к группе галогенов (вместе с хлором, бромом, йодом).

В переводе с древнегреческого название этого элемента означает «разрушение». «вред», «порча», «истреблять», «губить», «уничтожать». Вряд ли древние греки были знакомы с чистым фтором, да и название ему дали не они, а Андре Ампер в 1810 году. Но суть они уловили очень точно: фтор – самый сильный окислитель из всех существующих химических элементов [7].

Соединения фтора были известны людям давно. Например, минерал флюорит (плавиковый шпат – CaF_2) был описан алхимиками еще в XV веке, а в 1771 году Карл Вильгельм Шееле (Carl Wilhelm Scheele; 1742–1786).

Свободный фтор Фердинанд Фредерик Анри Муассан (Ferdinand Frederic Henri Moissan, 1852–1907) выделил только в 1886 году.

При нормальных условиях фтор представляет собой двухатомный газ (F_2) желто-зеленого или светло-зеленого цвета, по запаху очень похожий на хлор и озон.

Чистый фтор настолько агрессивен, что соприкосновение с ним кожи человека всего в течение 2 секунд приводит к появлению ожога II степени, вода в атмосфере фтора горит синим пламенем, а платина сгорает как порох (!). При контакте фтора с водородом даже при температуре -252°C (близкой к абсолютному нулю), происходит мощный взрыв. Многие химики, которые пытались получить фтор в лабораториях и не знали о его химических свойствах, погибли или остались инвалидами. Именно по этой причине он так назван. К слову сказать, даже такое соединение фтора, как плавиковая кислота, растворяет стекло, поэтому ее хранят в посуде, на внутреннюю поверхность которой нанесен парафин.

Фтор довольно распространен в земной коре (650 г/т), но в силу чрезвычайной химической активности в чистом виде не встречается. Фтор может образовывать химические соединения со всеми элементами Периодической системы, за исключением инертных газов.

Основным источником промышленного фтора является уже упомянутый минерал флюорит, почти наполовину состоящий из фтора. Присутствует он также во фторопатите, криолите и т.д. В небольших количествах фтор встречается в морской воде и в грунтовых водах, но этого количества оказывается вполне достаточно, чтобы удовлетворить потребности нашего организма, если, конечно, концентрация фтора в потребляемой воде не понижена.

В промышленности фтор применяется для изготовления материалов, устойчивых к высоким температурам и воздействию химически агрессивных сред. Так, всем известное покрытие для сковород и посуды – тефлон, в своем составе содержит фтор. Этот химический элемент используется также в производстве хладагентов для рефрижераторов, некоторых пластмасс (фторопластов).

У многих из нас дома имеется матовая стеклянная посуда. Так вот, эту матовость посуда приобретает после обработки фтороводородом (плавиковой кислотой).

Роль фтора в организме

Фтор опасен только в чистом виде или в виде некоторых простых соединений, и совершенно необходим для нормального функционирования человеческого организма и животных..Впрочем, такова «судьба» многих других химических элементов. Фтор присутствует почти во всех тканях

человеческого организма, но наивысшая концентрация вещества (почти 96 процентов) – в составе зубов и костей. Фториды, попадающие в организм с пищей, полностью ионизируются и быстро всасываются, распределяясь между клетками.

Фтор является важнейшей составляющей минерального обмена. В нашем организме он выполняет множество других функций [2, 5, 7, 9].

- Фтор совершенно необходим для крепости и твердости костной ткани, для формирования соединительных тканей, в особенности костей, для роста и поддержания в здоровом состоянии зубов, волос и ногтей, профилактики остеопороза. При переломах костей фтор является гарантом выздоровления.
- В период беременности в первые несколько месяцев формируются молочные зубы, на протяжении ряда последних – постоянные. Достаточное количество фторида в рационе беременной женщины обеспечит меньшую подверженность зубов ребенка кариесу. Существуют сведения, что фтор угнетает кислотообразующие бактерии.
- Способствует профилактике пародонтоза
- Фтор участвует в процессе кроветворения, в том числе в образовании лейкоцитов, то есть необходим для поддержания иммунитета.
- Известно, что без участия фтора человеческий организм не способен усваивать железо, а ведь дефицит железа приводит к развитию огромного количества заболеваний крови и сердечно-сосудистой системы. Нередко кариес и железодефицитная анемия развиваются вместе.
- Фтор участвует в процессах выведения из организма радионуклидов и солей тяжелых металлов, подавляет жизнедеятельность кислотообразующих бактерий.
- Содействует быстрому заживлению ран.

Абсорбируется вещество в кишечнике, по телу транспортируется с потоком крови. Довольно быстро выводится из организма с мочой. Фтор увеличивает биодоступность кальция и снижает агрессивность кислот в ротовой полости. Необходим для нормальной минерализации костей и формирования зубной эмали. Фтор и кальций тесно взаимосвязаны в пределах человеческого организма и работают в основном в тандеме, чаще во внешних частях костей.

Основные концентрации фтора в организме человека [3]:

- в зубах – 246-560 мг/кг,
- в костях – 200-490 мг/кг,
- в мышцах – 2-3 мг/кг.

Суточная потребность[4]

В организме человека весом 70 кг содержится примерно **2,6 г** фтора. Суточная потребность во фторе определяется многими факторами: массой тела, возрастом, энергозатратами [5]:

Суточная норма фтора для детей

- год – 0,5 мг;
- 1-3 года – 0,7 мг;
- 3-6 лет – 0,9 мг;
- 6-9 лет – 1,1 мг;
- 9-14 лет – 1,3 мг.

Суточная норма фтора для женщин

- 14-18 лет – 1,5 мг;
- 18 лет и старше – от 1,7 до 4 мг.

Суточная норма фтора для мужчин

- 14-18 лет – 1,5 мг;
- От 18 и старше – 1,7 до 4 мг.

В основном организм человека потребность во фторе удовлетворяет из питьевой воды, из которой 70% его усваивается организмом. Всего с водой в организм человека поступает 60-80% фтора. Если фтора в питьевой воде недостаточно (менее 0,5 мг/л), то в водопроводную воду добавляют фторид натрия. В то же время переизбыток фтора вреден (если его в питьевой воде более 1 мг/л). [7]

Пищевые источники фтора

Фтор содержат: спаржа, авокадо, брюссельская капуста, морковь, тмин, цветная капуста, огурцы, финики лимонная трава, петрушка, репа, ботва свеклы, одуванчики, семена подсолнечника, чеснок, шпинат, помидоры, зеленые листовые овощи, орехи (особенно миндаль), репа, водоросли.

Кстати, интересно, что фтор обладает способностью «мигрировать» в воду, что особенно полезно для отваров и чаев. Например, при заваривании черного чая примерно 70-90 процентов фтора переходит из его листьев в жидкость. Из мяты «выходит» примерно 30% содержащегося минерала, из шиповника – примерно 20 процентов, а ромашка отдает только 5 % полезного микроэлемента.

Таблица 18.Содержание фтора в некоторых продуктах [1, 2]

Продукт (100 г)	Фтор (мкг)	Продукт (100 г)	Фтор (мкг)
Чай	10000	Скумбрия	1500
Тунец	1000	Минеральная вода	750
Хек	700	Минтай	700
Треска	700	Путассу	700
Орехи грецкие	650	Ставрида, Пикша	500
Камбала	450	Лещ морской	430
Мойва, Горбуша	430	Макрель,	430
Лосось	430	Форель	430
Рак	430	Гребешки морские	430
Устрицы	430	Кефаль	430
Сельдь атлантическая	380	Печень говяжья	230
Яйцо куриное	230	Баранье мясо	150
Свинина	150	Птица	140
Овёс-зерно	117	Мёд пчелиный	100
Миндаль	91	Крупа гречневая	90
Куриные яйца	90	Манная крупа	50
Молоко	50	Картофель	50
Макароны	50	Говяжье мясо	16
Редис	6	Морковь	3

Дефицит фтора в организме

Дефицит фтора в организме, как правило, связан с пониженным содержанием микроэлемента в воде – менее 0,7 мг/л. Недостаточное потребление этого элемента вызывает кариес, ухудшает зрение, усиливает уязвимость организма перед инфекциями.

Причины недостатка фтора:

- Неудовлетворяющее потребности количество поступления микроэлемента в организм.
- Нарушения обмена фтора.
- Симптомы недостатка фтора:
- Кариес зубов – заболевание, сопровождающееся процессом деминерализации и деструкции твердых тканей зубов с последующим образованием полостей.

- Остеопороз – разрежение кортикального и губчатого слоев костной ткани в результате фрагментарного рассасывания костного вещества, искривление позвоночника.
- Ухудшение зрения.
- Выпадение волос.
- Ломкость ногтей.
- Железодефицитная анемия (без фтора организм плохо усваивает железо).

Растущий организм, как никто другой нуждается в этом микроэлементе для формирования здоровых костей и зубов, укрепления эмали и предотвращения стоматологических болезней.

Дефицит фтора, как и кальция, чреват серьезными нарушениями в развитии детей: от искривлений в позвоночнике до потери зрения.

Но это не значит, что ребенка с ранних лет необходимо кормить биодобавками с F. Источниками нутриента для детей должны быть только натуральные продукты.

Составляя список продуктов, богатых фтором, в первую очередь важно помнить о воде, которая является лучшим источником минерала. Также важно ввести в детский рацион чай, орехи, подсолнечные семена, фрукты и овощи. В частности, делая акцент на моркови, репе, ботве свеклы, чесноке, шпинате, листовой зелени.

Важное замечание. Дети, особенно в раннем возрасте (до 2 лет), часто склонны к пищевым аллергиям. Поэтому вводить в рацион любой из названных продуктов стоит медленно, осторожно и маленькими порциями. Только после того, как организм привыкнет к новой пище, порции и частоте приема того или иного продукта можно увеличивать. Не пренебрегайте этим правилом! Любой продукт должен нести пользу, а не породить проблемы со здоровьем.

Препараты, содержащие фтор [5, 8]

- АКТ – используется для профилактики возникновения кариеса. Представляет собой гель, который наносится на зубы и образует плёнку, способствующую насыщению эмали фтором;
- Кореберон – оказывает противокариесное, противорахитическое и трофическое действие. Назначается при многих формах остеопороза. Имеет широкий спектр побочных действий и противопоказаний;
- Натрия фторид – используется для профилактики кариеса для детей и взрослых. Использовать данный препарат следует после консультации со специалистом.
- Витафтор. Применяется у детей при кариесе, для улучшения формирования постоянных зубов, при дефиците фтора.

- Натрия фторид. Препарат для профилактики кариеса у детей и взрослых.
- Фторлак. Препарат местного применения для профилактики кариеса.

Избыток фтора

Причины избытка фтора:

- Чрезмерное поступление микроэлемента в организм с питьевой водой, к примеру, в некоторых районах севера России, окрестностях предприятий по производству алюминия.
- Хроническое отравление плавиковой кислотой и иными соединениями фтора в условиях производства.
- Продолжительная передозировка препаратами, содержащими фтор.
- Нарушения обмена фтора.

С точки зрения диетологии фтор – очень коварный элемент. Грань между его нехваткой и избытком очень тонка. Стоит немного превысить норму, как в организме наблюдается избыток фтора, что также серьезно отражается на здоровье человека [7]. Потребление более 0,5 мг фтора на 1 кг веса ребенка вызывает флюороз (проявляется белыми пятнами на зубной эмали). Большая передозировка вызовет ноющие боли в костях, пятна на зубах (белые и коричневые). Такие же признаки отравления фтором могут возникать и у взрослых. Но у них ко всему добавляются узловатость суставов, быстрое старение костной ткани, появление морщин и развитие склеродермии (образование жестких участков кожи).

Большинство соединений фтора являются сильно ядовитыми. Токсической дозой фтора для человека считается 20 мг, летальной – 2 г. Хроническое отравление, как правило, развивается в результате употребления питьевой воды с повышенным уровнем фтора – свыше 4 мг/л. При этом поражения касаются в основном костей и зубов, но, кроме того, отмечаются расстройства обмена веществ, нарушения свертываемости крови и т.д. Существуют сведения, что фтор увеличивает вероятность возникновения остеосаркомы [6].

Если организм человека получает слишком много фтора может участиться дыхание, произойти снижение кровяного давления, появиться судороги, развиться почечная недостаточность.

При отравлении свободным фтором развивается: конъюнктивит, раздражаются кожа и слизистые оболочки рта, пищевода, бронхов, развиваются бронхит и пневмония, поражается центральная нервная система вплоть до комы и летального исхода.

Предельно допустимой концентрацией фтора по российским стандартам считается 1,5 мг/л. В некоторых городах содержание фтора в питьевой воде повышенное.

Наиболее часто избыток фтора возникает у людей, проживающих в местности с высоким содержанием этого элемента в питьевой воде и продуктах питания. Ситуацию усугубляет то обстоятельство, что многие люди не знают, сколько фтора они потребляют вместе с водой, поэтому под воздействием рекламы используют фторсодержащие зубные пасты. Флюороз на этом фоне развивается медленно, несколько лет и даже десятилетий (до 10-20 лет при концентрации фтора в источнике водоснабжения свыше 4 мг/л), но последствия его не обратимы. В результате флюороза разрушаются зубы, зубная эмаль становится «крапчатой», зубы крошатся даже не вызывая боли, нарушается обмен веществ, поражается печень, паразитовидная и щитовидная железы, нарушается тканевое дыхание. Особенно опасен переизбыток фтора для детей и подростков, у которых костная ткань еще только формируется.

Поэтому в некоторых странах зубную пасту, минеральные комплексы, напитки и жевательные резинки с повышенным содержанием фтора запретили к свободной продаже. Приобрести их можно лишь по рецепту врача, когда однозначно диагностирована нехватка фтора.

Употребление за один раз всего 5-10 г фторида натрия (NaF) приводит к летальному исходу.

Если соединения фтора принимать вместе с витаминами А и D, то это может привести к развитию на костях наростов – кальцификатов.

Фтор считается сильнейшим нейротоксином, поскольку приводит к накоплению алюминия в головном мозгу. Это может привести к болезни Альцгеймера, некоторым другим нервным и психическим расстройствам [7].

Токсичные источники

Фторированная вода, попадает в наши дома по коммунальным водопроводам. В ней обычно входит неорганическая форма фтора. А это не самый безопасный способ пополнения запасов минерала. И уж тем более, не стоит применять такую воду (даже после кипячения) для приготовления еды малышам.

Высокую концентрацию фтора нередко можно найти и в вине. Но причислить такой напиток к полезным трудно, хотя бы по той причине, что источниками фтора в нем является пестицид (криолит), которым обрабатывали виноградники. Используют криолит (содержит фторид натрия) как средство против насекомых-вредителей. Порой концентрация F в бокале такого вина может превышать содержание микроэлемента в литре специально фторированной воды.

Симптомы избытка фтора [4, 6, 7]:

- Возникновение мелко видных пятен на зубах, хрупкости, поражение зубной эмали, флюороз.

- Деформация костей скелета, формирование костных шпор, остеопороз, остеомалация, кальциноз в связках и сухожилиях.
- Кровоизлияния слизистых носа и рта, кровоточивость десен.
- Возникновение сухого удушливого кашля, утрата голоса.
- Снижение кровяного давления, брадикардия (низкий сердечный ритм).
- Кожный зуд, раздражение и отшелушивание верхнего ороговевшего слоя кожи.
- Нарушения обмена углеводов и жиров. Поражения ЦНС и пищеварительного тракта.
- Мышечные спазмы.
- Коматозное состояние.
- Деформация костей скелета.
- Замедление роста (у детей) и обмена веществ.
- Слабость и дрожание в конечностях.
- Рвота, диарея, боли в животе.
- Слезотечение.
- Кожная сыпь, красные пятна на теле и лице.
- Кальцификация мягких тканей.
- Пневмония и отек легких.

Для устранения передозировки фтора следует принять большое количество жидкости и обязательно – кальция (можно в форме раствора глюконата кальция либо лактата), чтобы добиться осаждения фторидов. После отравления фтором желательно вызвать рвоту, установить систему для промывания желудка закисленной водой либо 1%-ным раствором хлорида кальция. Назначить солевые слабительные, внутривенные вливания электролитов, витамины и симптоматическую терапию. Возможно, понадобится очищение крови аппаратом «искусственная почка».

Если переизбыток фтора вызван питьевой водой, в которой содержание этого элемента завышено, рекомендуется поменять место жительства или перейти на другой источник питьевой воды. Желательно отказаться от фторсодержащих зубных паст. Также рекомендуется сбалансированное питание с учетом содержания фтора, содержащегося в продуктах питания.

Литература

1. В каких продуктах содержится фтор? <http://ktoikak.com/v-kakih-produktah-soderzhitsya-flor>.
2. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ ФТОРОМ. <http://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-florom>.

3. Роль фтора в организме.<http://www.medeffect.ru/vitamin/vitamin-0136/shtml>.
4. Фтор. <http://fitfan.ru/nutrition/vitamins/3275-ftor.html>.
5. Фтор в организме человека.<http://kakievitaminsy.ru/vitaminsy-i-mineraly/ftor>.
6. Фтор в организме человека.http://properdiet.ru/mineralnye_veshhestva/68-ftor-v-organizme-cheloveka.
7. Фтор в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovie-pitanie/mineraly/1627-ftor-v-organizme-cheloveka.html>.
8. Фтор и его роль для организма человека.<http://mirvitaminov.com/mineraly/vse-mineraly/ftor-i-ego-rol-dlya-organizma-cheloveka.html>.
9. ФТОР (F).http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-ftor_f-369.

1.2.8. Цинк

Цинк (лат. Zincum), Zn, химический элемент II группы периодической системы Менделеева; атомный номер 30, атомная масса 65,38, синевато-белый металл.

Сплав Цинка с медью – латунь – был известен еще древним грекам и египтянам. Чистый Цинк долгое время не удавалось выделить. В 1746 году Андреас Сигизмунд Маргграф (нем. Andreas Sigismund Marggraf; 1709–1782) разработал способ получения металла прокаливанием смеси его оксида с углем без доступа воздуха в глиняных огнеупорных ретортах с последующей конденсацией паров Цинка в холодильниках. Среднее содержание Цинк в земной коре (кларк) – $8,3 \cdot 10^{-3}\%$ по массе, содержится также в поверхностных и подземных водах [4].

Латинское *zincum* переводится как «белый налет». Происхождение этого слова точно не установлено. Предположительно, оно идет от персидского «ченг», хотя это название относится не к цинку, а вообще к камням. Слово «цинк» встречается в трудах Парацельса и других исследователей 16-17 вв. и восходит, возможно, к древнегерманскому «цинко» – налет, бельмо на глазу. Цинк был известен в Индии и Китае с XVI в. Общеупотребительным название «цинк» стало только в 1920-х гг [10].

Около половины производимого Цинк расходуется на защиту стали от коррозии (Оцинкование). Поскольку Цинк в ряду напряжений стоит до железа, то при попадании оцинкованного железа в коррозионную среду разрушению подвергается Цинк. Благодаря хорошим литейным качествам и низкой температуре плавления из Цинка отливают под давлением различные мелкие детали самолетов и других машин. Сплавы меди с Цинком – латунь, нейзильбер, а также Цинка со свинцом и других металлами широко применяются в технике. Цинк дает с золотом и серебром интерме-

галлиды (нерастворимые в жидком свинце) и поэтому Цинк применяется для рафинирования свинца от благородных металлов. В виде порошка Цинк служит восстановителем в ряде химико-технологических процессов: в производстве гидросульфита, при осаждении золота из промышленного цианистых растворов, меди и кадмия при очистке растворов цинкового купороса и других. Многие соединения Цинка являются люминофорами, например, три основных цвета на экране кинескопа зависят от $ZnS \cdot Ag$ (синий цвет), $ZnSe \cdot Ag$ (зеленый цвет) и $Zn_3(PO_4)_2 \cdot Mn$ (красный цвет). Важными полупроводниковыми материалами служат соединения Цинка типа АІІВІ – ZnS , $ZnSe$, $ZnTe$, ZnO . Наиболее распространенные химические источники тока имеют в качестве отрицательного электрода Цинк [4].

Цинк в организме человека [6]

Содержание цинка в организме человека составляет 1, 5–3 г (у женщин – 1,5, у мужчин – 2,5–3г), из них 60% в костной и мышечной тканях, 20% – в коже. Самый высокий уровень цинка – в эритроцитах и лейкоцитах, в предстательной железе и сперме у мужчин.

- принимает участие в синтезе и расщеплении белков, жиров и углеводов.
- способствует деятельности лейкоцитов, антител, гормонов, работе вилочковой железы, что увеличивает сопротивляемость организма и ускоряет заживление ран;
- осуществляет детоксицирующую функцию, удаляя из организма двуокись углерода;
- требуется для секреции, продуцирования и утилизации инсулина, принимающего участие в обмене углеводов, оберегает от разрушения бета-клетки поджелудочной железы, синтезирующие инсулин;
- принимает участие в процессах обмена, которые происходят в надпочечниках, щитовидной железе, гипофизе, яичниках и семенниках, содержание его приобретает большое значение для формирования мужских половых гормонов и здорового состояния простаты;
- находится в составе более 300 ферментов, проявляя уникальную особенность по количеству и разнообразию физиологических функций;
- улучшает всасывание витамина Е, поддерживая его нормальный уровень в крови;
- принимает участие в обмене витамина А;
- способствует поддержанию целостности зубов, находясь в структуре и ферментах костной ткани;
- требуется для здорового состояния кожи, принимая участие в локальном синтезе белков и гормонов, связывая витамин А, ускоряя

- заживлению ран и регенерацию тканей, снимая воспалительные процессы;
- играет главную роль в выработке ДНК и делении клеток, способствует стабилизации структуры РНК, ДНК, рибосом, требуется для роста и регенерации костей, тканей, волос и ногтей;
 - в организме матери обуславливает правильное формирование губ и неба, глаз, головного мозга, костей, сердца, легких, органов мочеполовой системы у ребенка, воздействует на сохранение полного периода беременности;
 - требуется для образования передатчиков-медиаторов, предполагается, что нарушение обмена цинка может спровоцировать болезнь Альцгеймера;
 - способствует нормальной работе печени и высвобождению ею витамина А;
 - требуется для полноценной реализации органов восприятия, поддерживая вкусовые и обонятельные рецепторы, обостряя зрение, являясь преобладающим минеральным веществом в структуре глаза;
 - эффективно справляется с алкогольной интоксикацией, может увеличивать в особенности у детей и подростков предрасположенность к алкоголизму;
 - принимает участие в выработке соляной кислоты в желудке, в процессе преобразования жирных кислот в простагландины (prostaglandins), регулирующие частоту пульса, кровяное давление и работу кожных жировых желез;
 - оказывает влияние на процесс сокращения мышц, содействует поддержанию кислотно-щелочного равновесия.
 - ряд функций меди и цинка взаимосвязаны (они принимают участие в работе фермента супероксиддисмутазы), по этой причине важен баланс, который оказывает влияние на уровень жиросодержащих белков (липопротеинов) в крови.

Суточная потребность организма в цинке

Таблица 19. Рекомендуемая суточная норма цинка [9]

Пол	Возраст	Цинк мг
Мальчики	0 – 6 мес	3
Девочки	0 – 6 мес	2
Дети	6 мес – 3 года	3
Дети	6 – 8 лет	5
Дети	9 – 13 лет	8

Юноши	14 – 18 лет	11
Девушки	14 – 18 лет	9
Мужчины	19 – 50 лет	15
Женщины	19 – 50 лет	12
Мужчины	Старше 50 лет	13
Женщины	от 51 года	10
Беременные женщины	14 – 18 лет	15
Беременные женщины	От 19 лет	14
Кормящие женщины	14 – 18 лет	20
Кормящие женщины	От 19 лет	17

Всасывание цинка происходит в тонкой кишке. Отсутствует какое-либо определенное депо цинка в организме человека, поэтому сокращение потребления цинка с пищей быстро приводит к симптомам его дефицита. Главный путь для экскреции цинка – желудочно-кишечный трактат. Фекальные потери цинка состоят из неабсорбированного из диеты и секретированного эндогенно цинка. Панкреатическая секреция – основной источник эндогенного цинка. Количество цинка, секретируемого в кишку, изменяется в зависимости от его потребления. Приблизительно 400–600 мкг выделяется ежедневно с мочой. Цинк также теряется со спермой и менструальным секретом [10].

Продукты, содержащие цинк [3]

Непреренно должны присутствовать в здоровом рационе. Цинк по праву можно считать элементом молодости, так как его влияние на организм в целом осуществляется на клеточном уровне. Это следует из того, что этот элемент непосредственно участвует в обмене веществ, так как входит в состав всех гормонов, ферментов и витаминов. Самыми богатыми на цинк являются морепродукты.

Продукты, содержащие цинк – это в первую очередь мясо, птица и морепродукты (в частности креветки и морская капуста – ламинария), сыры, соя. Из овощей, содержащих цинк, можно назвать свеклу, помидор, чеснок, имбирь, тыквенные семечки. К зерновым цинкосодержащим продуктам можно отнести бобовые, некоторые крупы, пророщенную пшеницу, пшеничные отруби, семечки подсолнечника, кукурузе. Фрукты и ягоды также содержат цинк – это малина, черника, апельсин.

Однако нашим организмом усваивается только меньшая часть содержащегося в продуктах питания цинка. Поэтому следует помнить, что содержание в овощах и фруктах, а также в молочных продуктах, цинка очень маленькое при выборе вегетарианской или молочной диеты. Такая форма диеты может повлечь за собой дефицит цинка в организме.

Таблица 20. Содержание цинка в продуктах питания [1-3, 7-9]

Название продукта	Цинк в мг на 100г	Название продукта	Цинка в мг на 100г
Свекла	79,0	Устрицы	59,2
Морковь	25,0	Пшеничные отруби	16,2
Печень телячья жареная	15,9	Угри варёные	12,1
Дрожжи для выпечки	9,97	Дрожжи сухие	8,0
Кунжутное семя	7,75	Тыквенные семечки	7,44
Куриные сердца вареные	7,30	Говядина отварная	7,06
Арахис	6,68	Кедровые орехи	6,5
Какао-порошок	6,37	Печень баранья жареная	5,9
Орехи пекан	5,3	Сыр пармезан	5,3
Семечки подсолнечника	5,29	Язык говяжий, отварной	4,80
Мясо индейки гриль	4,28	Попкорн	4,13
Почки бараньи жареные	3,6	Анчоусы в масле	3,5
Яичный желток	3,44	Пшеничная мука грубого помола	3,11
Грецкие орехи	2,73	Филе свиное жареное	2,7
Арахисовое масло	2,51	Фундук	2,35
Миндаль	2,20	Сардины	1,40
Хрен	1,40	Фисташки	1,40
Фасоль отварная	1,38	Чечевица отварная	1,27
Котлеты из речной рыбы	1,20	Зеленый горошек отварной	1,19
Яйца	1,10	Чипсы	1,06
Горох вареный	1,00	Лосось консервированный	0,92
Туец в масле	0,90	Грибы вареные	0,87
Тофу	0,80	Грудки куриные	0,80
Шпинат отварной	0,76	Курага	0,74
Коричневый рис вареный	0,63	Пшеничная каша	0,57
Вермишель	0,53	Овсяная каша	0,49
Кукуруза	0,48	Чернослив	0,46
Белый рис вареный	0,45	Молоко цельное	0,40
Молоко 1% жирности	0,39	Зеленый лук	0,39

Брокколи вареная	0,38	Цветная капуста вареная	0,31
Морковь вареная	0,30	Редис	0,30
Картофель	0,30	Оливковое масло	0,30
Черная смородина	0,20	Инжир	0,20
Бананы	0,20	Апельсины	0,10

Недостаток цинка [6]

Дефицит цинка может развиваться при недостаточном поступлении его в организм (1 мг/день и менее). Для оценки содержания цинка в организме определяют его содержание в сыворотке и цельной крови. Для оценки обмена цинка проводится определение ферментов карбоангидразы, сорбитдегидрогеназы, лактатдегидрогеназы щелочной фосфатазы [10].

Среднее потребление цинка пожилыми людьми – менее чем 2/3 рекомендуемой суточной потребности. Показано, что пожилые и старые люди выбирают те рационы, которые обеспечивают от 7 до 11 мг цинка в день, или 47–73% нормы. Мужчины и женщины старше 75 лет употребляют на 26 и 15%, соответственно, меньшее количество энергии ежедневно, чем молодые люди. Кроме того, они едят на 31 и 17%, соответственно, меньшее количество мяса, рыбы или домашней птицы, чем молодые. Эти различия в количестве и типах пищевых продуктов объясняют низкое в среднем потребление цинка пожилыми и старыми людьми, поэтому в условиях, когда усвоение или обмен цинка нарушен, пожилые и старые люди более склонны к развитию его дефицита. Несколько факторов могут увеличивать риск развития дефицита цинка в старших возрастных группах, а именно: уменьшение способности к абсорбции цинка, увеличение вероятности заболеваний, что изменяет утилизацию цинка, применение лекарств (мочегонных средств), которые увеличивают мочевую экскрецию цинка и употребление волокон, кальция или добавок железа, которые могут изменять биодоступность цинка. Некоторые частые для старых лиц проблемы могут быть обусловлены дефицитом цинка в организме: медленно заживающие раны, анорексия, дерматиты, сниженная острота вкуса, нарушения функции иммунной системы [10].

Недостаток цинка в организме подразделяют на три формы: подострую, острую и хроническую. Явственный дефицит цинка зафиксирован при врожденном энтеропатическом акродерматите.

Причины дефицита цинка:

- Послеоперационные состояния, парентеральное питание, различные виды ожогов.

- Чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств и ряда других медикаментозных препаратов.
- Избыточное поступление свинца, ртути, кадмия, меди.
- Злоупотребление алкогольными напитками.
- Большой расход цинка в период беременности и лактации, выздоровления и заживления ран, при интенсивном потоотделении и хроническом кровотечении ЖКТ.
- Нарушение процесса всасывания цинка в кишечнике в результате дисбактериоза, ферментопатии и прочих патологических состояний.
- Наличие кишечных паразитов (глистных инвазий).
- Себорея, псориаз.
- Чрезмерные потери цинка при потоотделении и при хроническом желудочно-кишечном кровотечении (например, при воспалительных заболеваниях кишечника).
- Вегетарианство – потребления большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка. Особенно часто наблюдается у лиц, потребляющих рационы, состоящие из большого количества хлебных злаков.
- Заболевания, связанные с дефицитом цинка [10]
- Заболевания желудочно-кишечного тракта (болезнь Крона, спру, синдром короткой кишки, обходной еюноилеальный анастомоз) приводят к уменьшению всасывания цинка из пищи и нарушению его энтеропанкреатической циркуляции.
- У пациентов с алкогольным циррозом печени часто возникает гиперцинкурия, гипоцинкемия и низкая концентрация цинка в печени, в сравнении с пациентами без цирроза печени; гипоцинкемия часто встречается у алкоголиков с заболеванием печени, но она также наблюдается у некоторых алкоголиков (30–50%) без явного поражения печени.
- Сахарный диабет может сопровождаться гиперцинкурией, которая увеличивается с тяжестью диабета и приводит к дефициту цинка у некоторых больных.
- Симптомы дефицита цинка:
 - Гиперактивность.
 - Депрессивные состояния.
 - Предрасположенность к алкоголизму.
 - Снижение остроты зрения.
 - Потеря вкусовых ощущений, язвы во рту.
 - Расстройства обоняния.
 - Снижение аппетита. Уменьшение массы тела, исхудание.

- Анемия.
- Чешуйчатые высыпания на коже, угри, фурункулез, экзема, дерматит, псориаз, трофические язвы, плохое заживление ран. Эритематозная, везикулобуллезная и пустулезная сыпь имеет характерное распределение: прежде всего она появляется на конечностях и коже в области естественных отверстий. Высыпания могут стать распространенными.
- Расслаивание ногтей, появление на них белых пятен.
- Тусклый цвет волос, перхоть, замедление роста, выпадение волос. Изменения волос обычно следуют после возникновения дерматита. Волосы могут стать гипопигментированными, приобрести красноватый оттенок. Характерная особенность – очаговая потеря волос.
- Снижение уровня инсулина, риск развития сахарного диабета.
- Задержка роста, гипогонадизм и позднее половое созревание у детей (особенно у мальчиков). Снижение оплодотворяющей способности сперматозоидов. Снижение сексуальной активности, импотенция у мужчин.
- Увеличение риска развития аденомы простаты.
- Преждевременные роды, рождение ослабленных детей, стерильность у женщин.
- Снижение Т-клеточного иммунитета, снижение сопротивляемости инфекциям. Частые и длительные простудные заболевания. Аллергические заболевания.
- Увеличение риска развития опухолевых процессов.
- Ускоренное старение.
- Накопление в организме железа, меди, кадмия, свинца.

Коррекция дисбаланса цинка в организме

Для коррекции дефицита цинка в организме, следует увеличить его поступление с пищей, богатой белком животного происхождения, ограничить употребление спиртных напитков и пищевых продуктов, богатых фитином. Легкий и умеренный дефицит цинка можно ликвидировать с помощью БАД к пище, содержащих цинк в виде хелатных соединений (таких как аспарагинат, глюконат, пиколинат), ацетата, неорганических солей (сульфат, окись) в дозах, обеспечивающих поступление 5-20 мг цинка в сутки в течение 3-6 месяцев. Более выраженный дефицит цинка купируется путем перорального приема фармацевтических препаратов содержащих цинк. При лечении цинк-дефицитных состояний в России предложено применять препарат «Ацизол» в дозах 1-2 капсулы в сутки (в зависимости от индивидуальной биоусвояемости пациента) в течение 6-12 месяцев и более. 1 капсула ацизола содержит 120 мг диацетат бис(1-вини-

лимидазол-N) цинка (бис-(1-винилимидазол)цинкдиацетат). За рубежом для лечения цинк-дефицитных состояний используются препараты цинка для парентерального введения.

Избыток цинка в организме [6]

Доза цинка свыше 200 мг в сутки является рвотным средством.

Продолжительный прием добавок цинка, превышающих 150 мг в день, становится причиной ухудшения работы иммунитета и появления эрозий в желудке.

Среди признаков острого отравления цинком отмечались: боли в области эпигастрии, рвота, тошнота, диарея. Хроническая интоксикация приводила к вторичному дефициту меди.

Причины избытка цинка в организме:

- Чрезмерное количество поступления цинка в организм, к примеру, в процессе контакта с соединениями микроэлемента в условиях производства.
- Неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази.
- Нарушения цинкового обмена.
- Симптомы избытка цинка:
- Снижение иммунитета, развитие аутоиммунных реакций.
- Патология ногтей, кожи, волос.
- Боли в области желудка, тошнота.
- Понижение уровня кадмия, меди, железа в организме.
- Нарушения работы печени, поджелудочной железы, простаты.

Влияние цинка на здоровье человека [9]

Лечение воспаления предстательной железы. Это заболевание можно вылечить диетой богатой цинком или таблетками цинка, если болезнь не зашла слишком далеко. Цинк действует профилактически, так как воспаление предстательной железы связано с недостатком его в организме. Он способствует ее уменьшению и облегчает симптомы заболевания. При аденоме рекомендуют принимать глюконат, аспартат или пиколинат цинка по 50 мг 2-3 раза в день. Для профилактики и лечения начальных стадий этого заболевания рекомендуется съедать утром и вечером по одной столовой ложке тыквенных семечек и делать упражнение по втягиванию ануса.

Лечение мужского бесплодия. При этом заболевании, как правило, образуется мало сперматозоидов и(или) они недостаточно подвижны. В

результате чего снижается вероятность оплодотворения яйцеклетки и, следовательно, зачатия. Одной из причин бесплодия, а также снижения секреции мужского полового гормона – тестостерона, является дефицит цинка в организме, поэтому рекомендуется употреблять продукты питания содержащие большое количество цинка.

Лечении язв желудочно-кишечного тракта. Очень часто они возникают на фоне невротических расстройств, а состояние стресса моментально выводит из организма (мышц и костей) цинк. Эмоциональное состояние вообще играет огромную роль как в возникновении, так и в лечении этих заболеваний. Следовательно, для успешного лечения необходимо восстановить запасы цинка, т. е. включить в рацион питания продукты содержащие большое количество цинка. Положительно зарекомендовал себя прием сернистого цинка, разумеется под наблюдением врача.

Лечение ревматизма. Уровень цинка в крови у больных ревматизмом ниже, чем у здоровых. Диета, богатая этим микроэлементом, может приостановить болезненный процесс, а иногда даже избавить от болезни. Проводился эксперимент на больных хроническим ревматизмом, находившихся в очень тяжелом состоянии; заболевание проявлялось деформацией суставов. Боль в суставах была такой сильной, что пациенты не могли ходить. Больные кроме обычных лекарств в течение 12 недель получали по 50 мг сульфата цинка. Уже через 3-5 недель они почувствовали себя значительно лучше: у них ослабли боли, стали меньше опухать суставы. Через 12 недель улучшилась подвижность суставов по утрам, и больные могли совершать длительные прогулки.

Лечение заболеваний глаз. Дефицит цинка нарушает усвоение глюкозы клетками хрусталика глаза и способствует образованию катаракты. При этом заболевании необходимо сделать анализ крови на содержание цинка. Если анализ показывает, что его в организме мало, то следует изменить питание, включив в него продукты с высоким содержанием цинка. С дефицитом цинка связано еще одно заболевание глаз – макулодистрофия сетчатки. Концентрация цинка в сетчатке глаза выше, чем во многих других органах. Он участвует в важных биохимических реакциях сетчатки, а также способствует усвоению витамина А, необходимого для поддержания зрения. Чтобы избавиться от болезней, таких как раздражение глаз, нужно принимать 30 мг цинка в день в течение месяца.

Лечение заболеваний десен. Дефицит цинка ослабляет устойчивость десен к проникновению бактерий, в результате чего могут развиваться такие хронические инфекционные заболевания как гингивит или периодонтит. Для профилактики этих заболеваний полезно регулярно полоскать рот водным раствором комплексной соли этого минерала, а также употреблять в пищу продукты питания с высоким содержанием цинка.

Лечение ран: Нужно накладывать цинковую мазь на трудно заживающие язвы и раны. Но гораздо целесообразнее составить свой рацион питания таким образом, чтобы в нем было много продуктов, богатых цинком. Этот микроэлемент присутствует в тыквенных семечках, проросшей пшенице... Можно принимать цинкосодержащие таблетки, но только по предписанию врача, при этом не надо забывать, что усваиваются только органические микроэлементы.

Лечение угревой сыпи. Цинк эффективно помогает избавиться от угревой сыпи. Принимая сульфат цинка, можно избавиться даже от застарелых угрей, которые упорно не поддаются обычному лечению.

Лечение простуды. Цинк совместно с витамином С прекрасное средство против простуды, катаров и многих вирусных заболеваний. Исследования показали, что цинк проявляет антивирусное и антитоксичное действие на клетки.

Укрепление и оздоровление волос. Недостаток цинка характеризуется ломкостью и выпадением волос. Цинк является одним из самых важных, наряду с железом, микроэлементов, необходимых для их роста. Его дефицит оказывает существенное влияние на их рост и внешний вид. Но даже выпадение волос можно предотвратить с помощью регулярного употребления пищевых добавок цинка и поддержания цинковой диеты. При очаговом облысении (гнездной алопеции) назначают по 0,02-0,05 г окиси цинка внутрь 2-3 раза в день после еды в таблетках и смазывание пораженных участков цинковой мазью.

Лечение заболевания ногтей. Цинк необходим для правильного синтеза белка и, следовательно, правильного роста тканей, в том числе и ногтей. Если ногти слабые и ломкие – это означает, что необходимо изменить свой рацион питания и использовать добавки, богатые цинком.

Лечение псориаза. В Центральном кожно-венерологическом институте в Москве были проведены клинические испытания нового содержащего цинк препарата «скин-кап», выпускаемого в виде аэрозоля, крема и шампуня. Этот препарат предназначен для лечения псориаза кожи волосистой части головы и гладкой кожи, а также себорейного дерматита и экземы. По мнению специалистов создание «скин-капа» является прорывом в лечении такого тяжелого заболевания как псориаз.

Лечение старческого маразма. Одной из самых неприятных старческих болезней является так называемый старческий маразм. Человек живет, почти ничего не осознавая. Старческий маразм – болезнь, которую можно значительно смягчить, почти вылечить. Для такой терапии также необходим цинк. Но не только он: мозг должен получать достаточно питания и кислорода, он не должен быть отравлен алкоголем, наркотиками, чрезмерными дозами лекарств. Считается, что цинк не допускает повреждений

кровеносных капилляров, защищает мозг. К людям, проходящим лечение цинком, возвращаются память, способность к координации.

Препараты содержащие цинк [5, 9]

В настоящее время наибольшей популярностью пользуются препараты цинка (сульфат, хлорид и оксид), а также растворов для наружного применения. Окись цинка применяют наружно в виде присыпок, паст, мазей при кожных заболеваниях (язвах, дерматите, опрелостях и т.п.) как вяжущее, подсушивающее и дезинфицирующее средство. На основе окиси цинка выпускают пасты (цинковую и цинко-ихтиоловую), мази (цинковую и цинко – нафталановую), присыпки (детскую и от потливости ног).

Пользуются спросом следующие препараты:

- Инъекционный раствор – цинка сульфат;
- Глазные капли – Сульфат цинка применяют как антисептическое и вяжущее средство при конъюнктивите (0,1-0,5%-ные глазные капли) и хроническом катаральном ларингите (смазывание или пульверизация 0,25-0,5%-ным раствором).
- Моно компонентный препарат «Цинтрекал» – польское производство, выпускается в виде таблеток для внутреннего применения. Содержит 45 мг элементарного действующего вещества – цинка.

Необходимо помнить, что при употреблении препаратов с цинком возможна передозировка. Поэтому принимая пищевые добавки, содержащие цинк следует соблюдать большую осторожность, так как избыток цинка может мешать всасыванию в кишечнике других микроэлементов и привести к их дефициту. Лучше использовать не сульфат цинка, а его комплексные соли (глюконат, аспартат или пиколинат цинка), не оказывающие отрицательного воздействия на всасывание других минералов.

В медицине цинк применяют в радиоизотопной диагностике, в т.ч., как метку для цинксодержащих ферментов. Сульфат цинка используют при определениях свертываемости крови. В последние годы соединения Zn (глюконат, цинка, цинка и др.) стали широко применяться в дерматологии, эндокринологии, при лечении иммунодефицитных состояний.

Литература

1. В каких продуктах содержится цинк.<http://onwomen.ru/v-kakih-produktah-soderzhitsya-cink.html>.
2. Продукты питания содержащие цинк.<http://progid.ru/pitatelnye-veshhestva-v-produktax/produkty-pitaniya-soderzhashhie-cink>.
3. Продукты, содержащие цинк.<http://www.okbody.ru/content/16-stat-i/709-produkty-soderzhaschie-cink.html>.
4. Цинк.<http://www.chem100.ru/elem.php?n=30>.

5. Цинк в организме человека.<http://kakievitaminy.ru/vitaminy-i-mineraly/cink>.
6. Цинк в организме человека.http://properdiet.ru/mineralnye_veshhestva/page3/71-c.
7. Цинк в продуктах.http://bookz.ru/authors/a-sinel_nikova/210-rece_105/i_007.png.
8. Цинк в продуктах.http://www.accbud.ua/data/uploads/images/Ysadba/6_2013/%D0%91%D0%B5%D0%B7%20%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B8-6954.jpg.
9. ЦИНК В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ суточная потребность и роль в организме. <http://www.ukzdor.ru/zink.html>.
10. Цинк и его роль в организме.<http://health-diet.ru/people/user/67615/blog/32220/>.

1.2.9. Кремний

Кремний (лат. Silicium) – элемент главной подгруппы четвёртой группы третьего периода периодической системы химических элементов Менделеева. Атомный номер 14. Обозначается символом Si, неметалл. В переводе с греческого – утес, скала.

Кремний – темно серое, блестящее кристаллическое вещество, очень твердое и хрупкое, кристаллизуется в решетке алмаза.

Содержание кремния в земной коре составляет по разным данным 27,6–29,5 % по массе. По распространённости в земной коре он занимает второе место после кислорода. Концентрация его в морской воде – 3 мг/л [3].

В природе кремний встречается в виде широко распространенных минералов – кварца, халцедона, опала, сердолика, яшмы, горного хрусталя, агата, аметиста и многих других. Основа этих минералов – диоксид кремния или кремнезём. Но самый известный среди представителей этого семейства, бесспорно, кремень.

Кремний, как чистый, так и в виде различных соединений, широко распространен и востребован в разных отраслях науки и техники. В металлургии как легирующая добавка, способная менять свойства металлов и их сплавов. Так, он используется при выплавке стали и чугуна. Разные виды кремния уходят на изготовление более чистого варианта – поликремния. Соединения кремния с органическими веществами – это целая химическая отрасль, которая получила особую популярность сегодня.

Кремнийорганические материалы используются в медицине, при изготовлении посуды, инструментов и многого другого. Изготовление различных солнечных батарей. Этот способ получения энергии является одним из самых перспективных в будущем. Экологически чисто, экономически вы-

годно и износостойко – основные достоинства такого получения электричества. Кремний для зажигалок используется уже очень давно. Еще в древности люди использовали кремь для получения искры при розжиге огня. Этот принцип заложен в основу производства зажигалок различного рода.

Электроника и солнечная энергетика. Изготовление зеркалец в газовых лазерных устройствах. Таким образом, чистый кремний имеет массу преимущественных и особенных свойств, позволяющих использовать его для создания важных и нужных продуктов.

Помимо простого вещества, используются и различные соединения кремния, причем очень широко. Существует целая отрасль промышленности, которая называется силикатной. Именно она основана на использовании различных веществ, в состав которых входит этот удивительный элемент. Кварц, или речной песок – SiO_2 . Используется для изготовления таких строительных и декоративных материалов, как цемент и стекло. Где используются эти материалы, всем известно. Ни одно строительство не обходится без данных компонентов, что подтверждает значимость соединений кремния.

Силикатная керамика, в которую входят такие материалы, как фаянс, фарфор, кирпич и продукты на их основе. Данные компоненты используются в медицине, при изготовлении посуды, декоративных украшений, предметов быта, в строительстве и прочих бытовых областях деятельности человека. Кремнийорганические соединения – силиконы, силикагели, силиконовые масла. Силикатный клей – используется как канцелярский, в пиротехнике и строительстве [4].

Кремний составляет около 0,002 % веса человека (около 1 грамма) [9].

В основном он сконцентрирован в щитовидной железе – 310 мг %, в надпочечниках – 250 мг %, гипофизе – 81,4 мг %, легких от 40 до 80 мг %, мышцах от 2 до 8 мг %, в крови от 0,1 до 0,9 мг %. Содержание его в организме человека уменьшается с возрастом.

Функции кремния в организме [3, 6]

Человеческий организм не может существовать без кремния и его производных, так как они выполняют несколько особо важных функций.

- Главная функция кремния в организме заключается в обеспечении гибкости соединительной ткани сухожилий, стенок сосудов, хрящей и т.д. Он обеспечивает нормальный синтез основного белка соединительной ткани, благодаря чему скрепляются отдельные волокна коллагена и эластина. Это придает разнообразным соединительным тканям прочность и упругость.
- Важной функцией кремния в организме является стимулирование роста костей и их укрепление. Он необходим для процесса мине-

- рализации костной ткани. При переломах костей его уровень в организме человека в костях повышается в 50 раз и более по сравнению с нормальным, здоровым состоянием. Как только происходит срастание тканей кости, содержание кремния становится прежним.
- Еще одной очень важной функцией кремния в организме является его активное участие в усвоении жизненно важных микроэлементов таких как кальций, калий, магний, железо, фосфор, сера, натрий и других. При дефиците кремния 70 элементов из 82 вообще не усваиваются организмом или этот процесс протекает крайне медленно и с минимальными количествами усвоенных микро и макроэлементов.
 - Повышает иммунитет: стимулирует фагоцитоз, принимает участие в иммунологических процессах, улучшает сопротивляемость организма вирусным и инфекционным заболеваниям.
 - Предотвращает дегенерации межпозвоночных дисков.
 - Благоприятно влияет на работу сердечно-сосудистой системы, уменьшает шанс развития некоторых заболеваний, таких как атеросклероз. Является основным микроэлементом, ответственным за жировой обмен. Без его участия не происходит расщепление липидов до жирных кислот, из которых вновь синтезируются новые химические вещества, необходимые для организма человека. Именно этот эффект определяет антиатеросклеротическое значение кремния.
 - Стимулирует бета рецепторы, которые расположены на поверхности жировых клеток и способствует выведению из них жира.
 - Важной функцией кремния в организме является обеспечение нормальной работы нервной системы. Он участвует в процессах реполяризации клеток и влияет на проводимость нервного импульса.
 - Оксид кремния взаимодействует в организме с тяжелыми металлами (свинец), обладающими токсическими свойствами, образует с ними устойчивые соединения, которые выводятся из организма.
 - Взаимодействует с витаминами А, Е, С, усиливает их антиоксидантные свойства, заключающиеся в борьбе со свободными радикалами, которые инициируют развитие раковых заболеваний.
 - Улучшает внешний вид кожи, волос и ногтей.
 - Благодаря способности кремния приостанавливать возрастные изменения, его называют «элементом молодости».

Суточная потребность организма в кремнии

Ежедневная потребность человека в кремнии четко не установлена. По рекомендации разных авторов она колеблется в широких пределах: от 5 до 100 мг в сутки. При рациональном питании потребность в микроэлементе

восполняется полностью. Дополнительное потребление его с пищей необходимо в следующих случаях:

- при употреблении лекарственных препаратов в состав которых входят соли алюминия;
- при употреблении повышенного количества сахара;
- при сердечно-сосудистых заболеваниях, болезни Альцгеймера и людям, страдающим остеопорозом;
- во время острых заболеваний, хронических и онкологических патологий, при туберкулезе и сахарном диабете;
- беременным, кормящим матерям;
- при проблемах с кожей, волосами и ногтями.

СОДЕРЖАНИЕ КРЕМНИЯ В ПРОДУКТАХ

Способность усваивать организмом кремний из продуктов питания составляет 4%. Кремний содержится в продуктах как растительного, так и животного происхождения, но лучшим пищевым источником этого микроэлемента для человека являются продукты растительного происхождения. Усвоение кремния из пищевых продуктов, содержащих растительную клетчатку значительно выше. В таблице приведен перечень продуктов питания с высоким содержанием кремния (табл. 21).

Таблица 21. Продукты питания с высоким содержанием кремния [1-3, 5-8, 10]

Продукты	Кремний в мг на 100 г	Продукты	Кремний в мг на 100 г
Бурый рис	1240	Овес	1000
Просо	750	Ячмень	600
Кунжут семя	200	Соя	180
Финики	166	Земляника	100
Ананас	95	Фасоль	92
Репа	90	Рожь	85
Горох	83	Дыня	82
Греча ядрица	80	Чечевица	80
Свекла	80	Арахис	80
Дыня	80	Брокколи	78
Банан	75	Пшено	75

Авокадо	64	Чёрная смородина	61
Батат	61	Кукуруза	60
Орех грецкий	60	Капуста белокачанная	55
Мускатный орех	54	Миндаль	50
Мак	50	Картофель	50
Фундук	50	Фисташки	50
Кедровые орехи	50	Огурцы грунтовые	50
Вишня	45	Овсянка	43
Грейпфрут	40	Малина	40
Редька	40	Хрен	39
Ряженка	34	Тыква	30
Кабачок	30	Редис	30
Баклажан	29	Красная смородина	28
Красная капуста	28	Брюссельская капуста	27
Тыквенные семечки	25	Морковь	25
Алыча	25	Черника	22
Болгарский перец	22	Цветная капуста	22
Зелёный горошек	21	Салат зелёный листовой	18
Толокно	16	Имбирь	16
Арбуз	12	Виноград	12
Крыжовник	12	Консервированный зелёный горошек	12
Персик	10	Томаты грунтовые	10
Хлеб ржаной	7	Манка	6
Груша	6	Клюква	6
Апельсин	6	Абрикос	5
Фасоль стручковая	5	Слива	4
Макароны	4	Мука	3

Кедровые орехи	3	Яблоко	3
Лимон	2	Пшеничный хлеб	2

Богаты данным микроэлементом полевой хвощ, пищевая глина и крапива. Голубая глина на 26,5 % состоит из биологически доступного кремния. В принципе, одного этого продукта достаточно, чтобы перекрыть любой дефицит. Большое количество кремния содержится в нешлифованном рисе, овсяной крупе и просе. Пшеничные отруби и хлеб, сделанный из муки грубого помола, также являются доступным источником достаточного количества кремния. Молоко, мясо, яйца и другие продукты животного происхождения служат полноценными донорами кремния.

В рафинированной, консервированной, обработанной пище кремний практически всегда отсутствует. Также кремний «боится» углеводов, а, значит, не усваивается вместе с сахаром, газировкой и т. П. Усвоению кремния препятствует малоподвижный образ жизни и пониженная кислотность желудочного сока. Мясная пища препятствует поступлению кремния в организм, несмотря на то, что сама является хорошим источником данного микроэлемента.

Дефицит кремния в организме [3, 6]

В связи с наличием кремния в большом количестве продуктов, дефицит его в организме встречается достаточно редко, но, тем не менее, имеет место. Недостаток кремния в организме развивается, если количество поступления микроэлемента составляет менее 5 мг в день.

Причины дефицита кремния в организме:

- недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой;
- нарушение регуляции обмена кремния;
- недостаточное потребление клетчатки и минеральной воды;
- избыток алюминия (например, вследствие приготовления пищи в алюминиевой посуде);
- постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз;
- период интенсивного роста у детей;
- физические перегрузки.

К дефициту кремния в организме приводит не только неправильное питание, но и паразиты, питающиеся микроэлементом, живущие в организме 90% людей.

Признаки дефицита кремния в организме:

- Ухудшение состояния кожи. Сухая или излишне жирная кожа лица и тела, снижение её тургора.

- Ухудшение состояния волос – стали слабыми, кончики секутся, потеряли блеск, стали тусклыми.
- Расслоение ногтей.
- Зуд кожи.
- Раннее появление морщин и их быстрое прогрессирование.
- Плохая регенерация тканей после обычной травмы – неглубокий порез кухонным ножом может очень долго заживать.
- Хрупкость костных тканей. Если случился перелом – это всегда повод заподозрить дефицит кремния.
- Резкое ухудшение состояния зубов, их повышенная чувствительность к холодному и горячему, выпадение пломб.
- Повышенная хрупкость сосудов. От малейшей травмы расплывается синяк, который долго не проходит. На ногах появляются сосудистые звёздочки.
- Проблемы со стороны желудочно-кишечного тракта – запоры или поносы.
- Снижение аппетита.
- Дисбактериоз, в том числе кожные высыпания.
- Повышенная чувствительность к погодным изменениям.
- Ухудшение психического состояния. Появление чувства безысходности, начинает раздражать шум (и даже малейший шорох), невозможно сосредоточиться.

Дефицит кремния в организме приводит к снижению иммунитета и к образованию разных заболеваний, которые в основном бывают затяжными. Это, как правило, гнойные процессы: гаймориты, фурункулы, абсцессы, тонзиллиты, отиты, длительно незаживающие свищи и раны. А также различные тяжелые заболевания: проказа, рак, туберкулез, гепатит.

Все болезни, которые мы могли бы бесконечно перечислять, не смогли бы проявиться, если бы люди имели в своем организме достаточно кремния. Вот несколько примеров: Инсульты и инфаркты поражают человека при содержании кремния 1,2 % против 4,7 % в норме (снижается в 4 раза). Сахарный диабет может возникнуть, только если кремния 1,4 % и менее. Вирус гепатита может прорасти, если содержание кремния опустилось до 1,6 %. Рак приходит при содержании кремния 1,3 %.

Избыток кремния в организме [3]

Если поступление кремния превышает 500 мг в день, то в организме человека образуется избыток этого микроэлемента. Причинами избытка кремния в организме являются:

- профессиональная деятельность, связанная с добывающей промышленностью, контактами с цементом, асбестом, стеклом, аэрозолями, кварцем;
- избыточное поступление кремния в организм с пищей;
- нарушение регуляции обмена кремния.
- Избыток кремния в организме является причиной развития многих болезней:
- Систематическое вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния в высоких концентрациях, приводит к развитию силикоза, который в свою очередь повышает риск заболеваний туберкулезом, бронхитом и эмфиземой легких.
- Способствует образованию камней в почках, в результате чего развивается мочекаменная болезнь.
- Новообразования злокачественного характера в брюшной полости и плевре.
- Нарушение фосфорно-кальциевого обмена.
- Какое количество кремния должно скопиться в организме, чтобы стали проявляться подобные последствия, наука пока точно не знает.

Кремневая вода [3]

Черный кремнь – это минеральное образование, включающее двуокись кремния (SiO_2). Он образовался в теплых водоемах в меловой период при отмирании живых организмов и сохранил химический состав их скелетов и раковин. В нем содержится более 60 остатков аминокислот, которые являются уникальными биокатализаторами окислительно-восстановительных реакций, происходящих в жидких средах нашего организма.

При взаимодействии с водой кремнь изменяет её свойства. Кремневая вода губительно действует на микроорганизмы, подавляет бактерии, вызывающие гниение и брожение. В кремневой воде происходит активное осаждение соединений тяжёлых металлов, вода становится чистой на вид и приятной на вкус, она долгое время не портится и приобретает многие целебные качества.

Кремниевая вода отличается сбалансированным вещественным составом. «По водородному показателю и другим параметрам она сродни плазме крови и межклеточной жидкости». Кремниевая вода сочетает в себе вкус и свежесть родниковой воды из кремниевых пород, чистоту и структуру талой воды и бактерицидные свойства серебряной.

Готовится кремниевая вода просто – методом обычного настаивания на природном материале. Нужно подобрать или приобрести кремневые камушки, промыть проточной водой и положить их в воду. Одна упаковка

весом 50 грамм рассчитана на 3 литра воды. Настаивать воду в стеклянной или эмалированной посуде при комнатной температуре в затененном месте в течение 3–4 дней. Чтобы получить воду с ярко выраженными лечебными свойствами, нужно настаивать ее 7 дней. Готовую воду сливают в другую емкость, но не до конца. Нижний слой с остатком толщиной 3 – 4 см к использованию непригоден. Слив остаток, емкость и кусочки кремня очищают мягкой щеткой от наслоений и слизи. После этого процесс приготовления кремневой воды можно повторить. Черный кремний не требует замены. Полученная кремниевая вода сохраняет свои целебные свойства в герметичной емкости до полутора лет. Пьют обогащенную кремнием воду в неограниченном количестве. Ее употребление – прекрасная профилактика многих недугов: атеросклероза, гипертонической и мочекаменной болезней, сахарного диабета, онкологических заболеваний, варикозного расширения вен и многих других.

Кремний в витаминах

Витамины в состав которых входит кремний достаточно разнообразны. Современная фармацевтическая промышленность выпускает различные витамины и комплексы, в составе которых содержится кремний в достаточном количестве, так как микроэлемент усиливает действие других активных веществ в организме.

Примерами витаминов с кремнием являются следующие:

- Мульгитабс
- Алфавит
- Доппельгерц актив
- Витрум
- Дуовит
- Биовиталь
- Центрум и другие.

Литература

1. В каких продуктах содержится кремний. <http://onwomen.ru/v-kakih-produktah-soderzhitsya-kremnij.html>.
2. В каких продуктах содержится кремний. http://www.davajpohudeem.com/pitanie_dlia_pohudeniya/sostav-produktov/v-kakix-soderzhitsya-kremnij.html.
3. КРЕМНИЙ В ПРОДУКТАХ и его роль в организме. <http://www.ukzdor.ru/kremnij.html>.
4. Кремний: применение, химические и физические свойства <http://fb.ru/article/188022/kremniy-primenenie-himicheskie-i-fizicheskie-svoystva>.
5. Кремнийсодержащие продукты. <http://prodgid.ru/pitatelnye-veshhestva-v-produktax/kremnijosoderzhashhie-produkty/>

6. Кремний (Si) в организме человека <http://vitaminba.ru/mineral/kremnij>.
7. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ КРЕМНИЕМ. <http://foodand-health.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-kremniem>.
8. Пшено. Химический состав <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/psheno>.
9. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
10. Финики. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/sukhofrukty/finiki>.

1.3. Микроэлементы

1.3.1. Рубидий [4]

Рубидий – щелочной металл, лёгкий и мягкий, серебристо-белый, хотя его название говорит совсем о другом цвете: на латыни «rubidus» означает «красный», или даже «тёмно-красный» – так назвали его учёные Густав Роберт Кирхгоф (нем. Gustav Robert Kirchhoff; 1824–1887) и Роберт Вильгельм Бунзен (нем. Robert Wilhelm Bunsen; 1811–1899) в 1861 году. Первый учёный был великим физиком, а второй – химиком-экспериментатором; они рассматривали минералы с помощью спектроскопа – прибора, изобретённого Кирхгофом, – заметили в одном из образцов минералов-концентраторов особые красные линии, и решили, что это неизвестный элемент. Так и оказалось, но выделить новый минерал оказалось трудно: Бунзену пришлось проделать огромную работу – химик неустанно трудился в течение 2-х лет, – прежде чем рубидий очистился и отделился от других элементов – солей калия, цезия и т.д. [4].

Рубидий является довольно распространённым химическим элементом. Его суммарные запасы в земной коре превышают суммарное содержание никеля, меди и цинка вместе взятых. Концентрация в земной коре в среднем $7,8 \cdot 10^{-3}\%$ (7,8 г/т). Концентрация рубидия в водах Мирового океана намного ниже – порядка 0,1 мг/л, хотя в отдельных местах суще-

ственно выше среднего показателя: в лиманах возле Одессы 0,67 мг/л, а в Каспийском море 5,7 мг/л. Среди всех химических элементов по распространённости он на 20-м месте, но встречается исключительно в рассеянном состоянии. Поэтому минералы собственно рубидия неизвестны. В природе рубидию почти всегда сопутствует калий [2].

Рубидий извлекают как побочный продукт из таких минералов, как лепидолит (используют при производстве лития), амазонит, поллцит, циннвальдит и др., залежи которых встречаются на территории ФРГ, Чехии, Словакии, Туркмении, Намибии, Зимбабве и в некоторых странах Южной Америки.

Чистый рубидий – элемент во многом уникальный. Его можно хранить только в вакууме, в специальных запаянных стеклянных ампулах – на открытом воздухе он тут же воспламеняется, вступая в мгновенную реакцию с кислородом. Химическая активность рубидия вообще очень высока: он быстро вступает в реакцию практически со всеми известными химическими элементами – с металлами и неметаллами, а иногда даже взрывается при этом.

Об уникальности рубидия можно судить и по температуре его плавления – он плавится уже при температуре 39°C, так что, стоит только подержать некоторое время ампулу с этим металлом в руках, как он прямо «на глазах» станет полужидким – другие металлы этим не отличаются, кроме ртути – всем известно, что именно из-за этого свойства она с успехом используется в медицинских термометрах.

Рубидий применяется в разных областях, однако нельзя сказать, что он используется активно: в мире его производится мало – счёт идёт на десятки, а не на сотни кг в год, а стоит он довольно дорого. Соединения рубидия применяются в аналитической химии, при изготовлении специальной оптики, измерительных приборов, в электронной и атомной промышленности.

Рубидий входит в состав специальных эффективных смазок, применяемых в ракетной и космической технике при работе в условиях вакуума.

В электротехнике применяются светящиеся трубки, при изготовлении которых используется рубидий; соединения рубидия используются при изготовлении специальных стёкол и в рентгеновской технике, а также в термоэлектрических генераторах и ионных двигателях.

В геохронологии, при определении геологического возраста пород и минералов, применяется так называемый стронциевый метод, позволяющий устанавливать этот возраст очень точно – специалисты определяют содержание в этих породах рубидия и ⁸⁷Sr. Именно с помощью этого метода учёным удалось определить возраст древнейших пород американского континента – им 2 млрд. 100 млн. лет.

Источники рубидия [4]

В тканях растений и животных рубидий есть, но его там очень мало: например, в листьях табака – растения, считающегося одним из его источников, рубидия в 1000 раз меньше, чем калия. В морских растениях – водорослях, его ещё меньше, однако в живой ткани он может накапливаться: в частности, он обнаружен в актиниях, морских червях, ракообразных, моллюсках, иглокожих и некоторых рыбах. В некоторых наземных растениях рубидий тоже накапливается – например, в определённых сортах свеклы и винограда.

Суточная потребность взрослого человека в данном химическом элементе составляет всего лишь 1-2 мг (по некоторым данным достаточно всего 0,1 мг/сут). Но по сравнению с другими минеральными элементами это довольно много. Потребление рубидия превышает суммарное потребление йода, хрома, никеля, селена и молибдена. Как показали исследования, среднестатистический россиянин потребляет в сутки около 1,7 мг (1,5-4,0 мг) рубидия, то есть дефицита в нем не испытывает [2].

В организме человека около 680 мг рубидия [1].

Роль рубидия в организме [2]

В кровь рубидий попадает очень быстро, через 1-1,5 часа после того, как поступает в желудок; накапливается рубидий в головном мозге и скелетных мышцах, костях, лёгких, мягких тканях. Средний уровень рубидия в крови составляет 2,3–2,7 мг/л. Концентрация рубидия в костях составляет 26,7 мкг/г, яичниках – 20 мкг/г, легких – 9,2 мкг/г, мягких тканях – около 7,8 мкг/г. Синергистом рубидия является цезий, антагонистом – калий [6].

- Пока что роль рубидия в организме человека до конца не изучена, но систематически ученые открывают новые страницы в биохимии тела человека и на сегодняшний день установили следующее [2]:
- рубидий является синергистом калия (в то же время сам калий – антагонист рубидия) и во многих протекающих в организмах процессах может его заменять и усиливать его действие (так, рубидий активизирует тот же набор ферментов, что и калий, в частности, альдегиддегидрогеназу и пируватфосфокиназу, способствуя тем самым расщеплению алкоголя и фосфорному обмену);
- обладает антигистаминным свойством, тем самым оказывая антиаллергенное действие;
- обладает противовоспалительным и тормозящим (успокаивающим) нервную систему действием;
- оказывает влияние на иммунобиологическую резистентность;

- на 20-25% стимулирует эритро- и лейкопоз, повышает сопротивляемость эритроцитов разрушительному действию свободных радикалов и окислителей;
- хлорид рубидия активизирует деятельность окислительных ферментов.

Исходя из указанного действия в организме человека рубидий:

- регулирует процессы возбуждения и торможения в нервной системе;
- оказывает благотворное влияние на сердечно-сосудистую систему;
- принимает участие в поддержании нормального кровяного давления, работая в целом на его повышение;
- способствует укреплению иммунитета;
- стимулирует кроветворную функцию, повышает уровень гемоглобина;
- повышает способность организма к гипоксии.

Рубидий относится к токсичным элементам 2-го класса опасности – вещества этого класса определяются, как высоко опасные для человека: например, к этому же классу относятся серная кислота и мышьяк.

Выводится рубидий из организма вместе с мочой (70%) и другими выделениями организма.

Таблица 22. Содержание рубидия в пищевых продуктах [3, 5]

Продукт	Рубидий мкг в 100 г продукта	Продукт	Рубидий мкг в 100 г продукта
Жареный картофель	778.1	Картофель	500
Красный лук	476	Лук репчатый	476
Свекла	453	Овощная икра	243.5
Томаты в собственном соку	153	Томатный сок	153
Маринованные помидоры	153	Помидор	153
Салат	153	Трепанг	104.8
Виноград кишмиш	100	Виноград	100
Аджика	96.2	Морковное пюре	94.9
Кабачковая икра	77.8	Вишня	77
Маринованная вишня	77	Вишневое пюре	77
Войлочная вишня	77	Грибная икра	65.7

Яблоко	63	Яблочный сок	63
Яблоки Гренни Смит	62	Мясные фрикадельки	57.1
Овощной бульон	50.64	Баклажанная икра	49.3
Консервированная груша	44	Грушевый сок	44
Маринованные груши	44	Груша	44
Консервированные яблоки	44	Клюквенный сок	44
Яблочный ликер	38.18	Десерт самбук	34
Вишневый сироп	26.1	Вишневое варенье	26.1
Белый гриб и Шампиньоны	26	Грушевое повидло	15,4

Кроме того, рубидий в организм человека поступает с чаем, кофе и минеральными водами. Количество, которое попадает в организм человека вместе с этими жидкостями составляет около 40% от общего объема.

Недостаток рубидия в организме человека

Симптомами и последствиями дефицита рубидия являются:

- отсутствие или снижение аппетита;
- астенические расстройства: апатия, пониженное настроение, депрессия, неврастения;
- психические расстройства;
- задержка развития и роста;
- выкидыши и преждевременные роды;
- преждевременная старость и сокращение продолжительности жизни.

Причиной недостатка рубидия считается слишком малое поступление этого микроэлемента с продуктами питания. У человека это может привести к возникновению некоторых психических заболеваний. Интересно, что в некоторых клиниках в качестве натурального источника рубидия практикуется использование красного сухого вина [5].

Показаниями к применению препаратов, содержащих рубидий, являются анемия, упадок сил, заболевания нервной и мышечной систем, эпилепсия, аллергические заболевания.

Избыток рубидия [2, 4]

Несмотря на то, что рубидий является жизненно важным элементом, его избыток крайне вреден для организма. Основной причиной избытка рубидия в организме является контакт с его соединениями на химическом, стекольном и радиоэлектронном производстве.

Симптомы избытка рубидия:

- раздражение кожи и слизистых оболочек;
- хроническое воспаление верхних дыхательных путей;
- бессонница или повышенная сонливость;
- головные боли;
- протеинурия (повышенное содержание белка в моче);
- аритмия;
- аллергия.

Кроме того, возможно замедление роста и развития и сокращение срока жизни, однако для этого его нужно принимать очень много – около 1000 мг в сутки.

Радиоактивный изотоп рубидия считается опасным для здоровья, но с точки зрения специальных наук – радиобиологии, радиационной химии и др., – данный элемент можно считать слаборадиоактивным или даже стабильным, так как его период полураспада по сравнению со временем человеческой жизни невообразимо огромен – это $4,923 \times 10^{10}$ лет. Если попытаться перевести это на понятный нам язык, то получится около 50-60 миллиардов лет – даже наша планета ещё не просуществовала столько времени.

Тем не менее, считается рискованным для здоровья постоянно работать в определённых отраслях производства: в стекольной, химической и электронной промышленности, и к тому же рубидий может в больших количествах поступать в организм с пищей и водой – это зависит от геологических особенностей местности. При избытке рубидия могут возникать головные боли и нарушения сна, аритмия, хронические воспалительные заболевания дыхательных путей, местное раздражение слизистых оболочек и кожи, а также протеинурия – повышенное содержание белка в моче.

При отравлении рубидием обычно назначается симптоматическое лечение, предполагающее устранение отдельных симптомов, а также лечение комплексобразователями (обычно препаратами натрия и калия), образующими с токсичными и радиоактивными веществами водорастворимые соединения, которые потом выводятся через почки.

Однако стоит сказать и о том, что и современная медицина, и биология продолжают изучать возможности применения рубидия в лечении многих болезней.

Как правило, рубидий изучается параллельно с цезием: сегодня установлено, что они могут стимулировать кровообращение, и оказывать сосудосуживающее и гипертензивное действие. С этими целями их применял в XIX веке ещё известный русский учёный и врач С.С. Боткин: он доказал, что соли цезия и рубидия повышают давление, и держат его длительное время.

В отношении иммунной системы эти элементы тоже проявляют активность: они повышают сопротивляемость организма заболеваниям, так как увеличивают активность лейкоцитов и лизоцима – антибактериального агента, разрушающего стенки клеток безвредных бактерий и вызывающего этим их быструю гибель.

Соли рубидия и цезия также помогают организму легче переносить гипоксию – кислородную недостаточность, и в современной медицине рубидий всё-таки тоже применяется: его йодистые, бромистые и хлористые соли обладают успокаивающим и болеутоляющим действием.

Литература

1. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
2. Рубидий в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1648-rubidij-v-organizme-cheloveka.html>.
3. Рубидий для тела человека. <http://eat4fit.ru/mineraly/42-rubidij>.
4. Рубидий: свойства, роль в организме, источники рубидия. <http://www.inflora.ru/directory/vitamins-and-minerals/rubidium.html>.
5. Рубидий. Суточная норма. Недостаток рубидия. <http://findfood.ru/component/rubidij>.
6. Рубидий (Rb). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikrochudesarubidij-stimulator>.

1.3.2. Стронций

Стронций (Sr) – химический элемент, занимающий в Периодической системе Д.И. Менделеева 38-е место. В простом виде при нормальных ус-

ловиях представляет собой щелочноземельный серебристо-белый металл, очень пластичный, мягкий и ковкий (легко режется ножом). На воздухе очень быстро окисляется кислородом и влагой, покрываясь окисью желтого цвета. Химически очень активен [4].

Стронций был открыт в 1787 году двумя химиками У. Крюкшенком (англ. William Cruickshank; ум. 1810 или 1811) и Адером Кроффордом (англ. Adair Crawford; 1748–1795), впервые в чистом виде выделен Хэмфри Дэви (англ. Humphry Davy 1778–1829) в 1808 году. Свое название получил благодаря шотландской деревне Строншиан, где в 1764 году был обнаружен не известный ранее минерал, также в честь деревни названный стронциатом.

Среднее содержание Sr в земной коре равно 0,05%. В воде рек содержится менее 10% стронция. Количество стронция в морской воде зависит от солености и колеблется от 7,0 до 50,0 мг на 1 л [2].

Из-за высокой химической активности в чистом виде в природе стронций не встречается. В природе довольно распространен, входит в состав около 40 минералов, из которых самыми распространенными являются целестин (сульфат стронция) и стронцианит (карбонат стронция). Именно из этих минералов стронций добывают в промышленных масштабах. Самые крупные месторождения стронциевых руд обнаружены в США (Аризона и Калифорния), России и некоторых других странах.

Стронций и его соединения нашли широкое применение в радиоэлектронной промышленности, металлургии, пищевой промышленности и пиротехнике.

Стронций – это химический элемент, который является составной частью микроорганизмов, в том числе растений и животных. Природный стронций практически не токсичен, нерадиоактивен и применяется при лечении остеопороза, его нельзя путать с радиоактивными изотопами стронция.

Стабильный природный стронций выполняет незначительные функции в жизнедеятельности живых организмов, всегда присутствуя в тканях, как постоянный спутник кальция.

Значение стронция для человека [3,4]

Обычный, нерадиоактивный, стронций в разумных дозах необходим человеческому организму. Он применяется в лечении остеопороза. Он обнаруживается почти во всех живых организмах, как в растениях, так и в животных, являясь аналогом кальция, он может легко его замещать в костной ткани без особых последствий для здоровья. Кстати, именно это химическое свойство стронция делает крайне опасным его радиоактивный изотоп.

Суточная потребность организма человека точно не определена. Вместе с пищей в организм взрослого человека поступает 0,8–3,0 мг стронция в

сутки. Стронций, поступающий с пищей, относительно плохо усваивается организмом (около 5–10%). Абсорбция стронция происходит в основном в двенадцатиперстной и подвздошной кишке. Абсорбированный в организме стронций затем выводится в основном с мочой и, в меньшей степени, с желчью. В фекалиях находится неабсорбированный стронций. Основное количество стронция (до 99%) депонируется в костях. Относительно высокие концентрации стронция в лимфатических узлах ($0,30 \pm 0,08$ мкг/г), легких ($0,20 \pm 0,02$), яичниках ($0,14 \pm 0,06$), печени и почках ($0,1 \pm 0,03$). В цельной крови обнаружено $0,02 \pm 0,002$ мкг/мл стронция [5].

У маленьких детей (в возрасте до 4-х лет) стронций накапливается в организме, поскольку в этот период активно формируется костная ткань. В организме взрослого человека содержится около 300-400 мг стронция, что довольно много по сравнению с другими микроэлементами.

Стронций предотвращает развитие остеопороза и кариеса зубов.

Синергистом и одновременно антагонистом стронция является кальций, который по своим химическим свойствам весьма близок к нему. Витамин D, лактоза, аминокислоты лизин и аргинин улучшают абсорбцию стронция. Растительная пища, богатая пищевыми волокнами, а также сульфат натрия и сульфат бария, могут уменьшать усвоение стронция [5].

Стабильный природный стронций, который нерадиоактивен, играет свою роль в ходе формирования костно-мышечных тканей молодого организма. Его содержание в организме составляет – 0,024% на золу.

Улучшают усвоения стронция витамин D, лактоза, аминокислоты аргинин и лизин. В свою очередь растительный рацион с высоким содержанием клетчатки, а также сульфаты натрия и бария, уменьшают абсорбцию стронция в пищеварительном тракте.

При нарушении работы сердечно-сосудистой и пищеварительной систем отмечаются изменения обмена стронция. Известно использование стронция для лечения остеопороза, склеротических изменений и в качестве противоопухолевого средства.

Главное биологическое значение стронция состоит в его участии в процессах ossификации (формирования костной ткани).

Исследования радиостронция с атомной массой 89 и 90 (Sr89 и Sr90) выявили, что его накопление происходит с возрастом и напрямую связано с характером питания. Что позволило сделать выводы о том, что рацион питания, богатый кальцием ведет к незначительной задержке стронция в организме и наоборот, недостаток кальция в рационе провоцирует накопление излишков стронция в организме человека.

В медицинских целях используется и радиоактивный стронций в виде аппликаторов для лечения глазных и кожных болезней.

Таблица 23. Содержание стронция в продуктах питания [1, 6]

Продукт	Стронций мкг в 100 г продукта	Продукт	Стронций мкг в 100 г продукта
Абрикосовый сок	500	Минеральная вода	480
Конфитюр	234	Зерна пшеницы	203
Сдоба	200	Саго	200
Сухарики	200	Ржаные сухарики	200
Сухари	200	Бублики (сушки)	200
Макароны рожки	200	Фундук	200
Фисташки	200	Хлопья пшеничные	200
Пшеничная крупа	200	Зерна овса	121
Жимолость	90	Абрикосовый компот	82.5
Горох	80	Соя	67
Молоко овечье	20	Молоко коровье	17
Творожный крем	17	Паста ацидофильная	17
Молочный напиток	17	Варенец	17
Сухое молоко	17	Сухие сливки	17
Пахта	17	Творожная масса	17
Ванильный соус	14.1	Молочный соус	11.2

Нехватка стронция [3]

Опыты, проводимые на морских свинках и крысах показали, что при потреблении животными пищи с намеренно низким содержанием стронция отмечалось угнетение их роста, нарушение нормальной кальцификации зубов и костей, увеличение количества случаев развития кариеса зубов.

У людей достаточно редко наблюдается пониженное содержание в организме стронция, благодаря широкому распространению и повсеместному употреблению молочных продуктов, богатых кальцием.

Иногда пониженное содержание стронция фиксируется у кормящих матерей.

Важно понимать, что в организме человека все должно быть сбалансировано и то, что как избыток, так и дефицит какого-либо элемента может

вести к нарушению работы организма и возникновению связанных с этим заболеваний.

Избыток стронция в организме человека [3, 4]

При избытке стронция может развиваться заболевание, которое в народе называется как «уровская болезнь», а на медицинском языке – «стронциевый рахит» или болезнь Кашина-Бека. Данное заболевание впервые было выявлено среди населения, которое проживало в бассейне р. Урал и в Восточной Сибири. Житель г. Нерченска И.М. Юренский в 1849 году в журнале «Труды вольного экономического общества» написал статью «Об уродливости жителей берегов Урова в Восточной Сибири».

Долгое время лекари не могли объяснить природу этого эндемического заболевания. Проведенные позже исследования объяснили природу данного феномена. Оказалось, что это заболевание возникает из-за того, что ионы стронция при поступлении в организм в избыточном количестве вытесняют из костей существенную долю кальция, что приводит к дефициту последнего. В результате страдает весь организм, но наиболее типичным проявлением данного заболевания оказывается развитие дистрофических изменений костей и суставов, в особенности в период интенсивного роста (у детей). Помимо этого нарушается фосфорно-кальциевое соотношение в крови, развивается дисбактериоз кишечника, фиброз легких.

Чтобы вывести избыток стронция из организма, используют пищевые волокна, соединения магния и кальция, сульфаты натрия и бария.

Однако особую опасность представляет радиоактивный стронций-90. Накапливаясь в костях он не только поражает костный мозг, препятствуя выполнению организмом кроветворной функции, но и вызывает лучевую болезнь, поражает мозг и печень, в тысячи раз увеличивает риск развития онкологических заболеваний, в особенности рака крови.

Усугубляет ситуацию еще то обстоятельство, что стронций-90 имеет среднелетельный период полураспада (28,9 лет) – как раз средняя продолжительность генерации людей. Поэтому при радиоактивном заражении местности ждать его быстрой дезактивации не приходится, но в то же время его радиоактивность очень высока. Другие радиоактивные элементы распадаются либо очень быстро, например многие изотопы йода имеют период полураспада, исчисляемый часами и сутками, либо очень медленно, поэтому имеют низкую лучевую активность. Ни того, ни другого не сказать о стронции-90.

Но и это еще не все. Дело в том, что стронций-90 при попадании в почву вытесняет кальций и в последующем усваивается растениями, животными и, по пищевой цепи, доходит до человека со всеми вытекающими из этого последствиями. Особенно «Богаты» стронцием оказываются кор-

неплоды и зеленые части растений. В итоге зараженные радиоактивным стронцием сельскохозяйственные угодья могут быть выведены из оборота на сотни лет.

Высокая концентрация стронция крайне опасна, особенно для детского организма. Радиоактивный стронций негативно сказывается на растущей костной ткани, облучая ее и приводя к болезням суставов и их деформации, что также сопровождается задержкой в росте ребенка. Такое заболевание называется стронциевым рахитом.

Стронциевый рахит

Принципиальное отличие стронциевого рахита от обычного в том, что он не излечивается с помощью препаратов витамина D, коррекции питания с оптимальным балансом кальция и фосфора. Однако сам процесс механизма угнетающего воздействия стронция на образование костной ткани еще окончательно не изучен.

Стронциевый рахит животных, возникающий в природных условиях известен ученым. Так в местах с высоким содержанием стронция в воде, почве и растительности, у животных отмечается ломкость и деформация костей.

Повышенное содержание стронция в почве, а также стронциевый рахит животных непосредственно связан с возникновением урвской болезни (болезни Кашина-Бека) у людей, как разновидности стронциевого рахита.

Высокое содержание стронция в костях ведет к облучению и поражению костного мозга. Если процесс облучения становится хроническим (постоянным), то начинает развиваться лучевая болезнь, возможно образование злокачественных опухолей в костных тканях и системах кроветворения. Избыток стронция провоцирует лейкомию, ведет к нарушению работы печени и мозга.

Пути поступления стронция в организм человека

Попадая в окружающую среду, стронций накапливается в растительном покрове, и как следствие, в мясе и молоке домашних животных, поедающих эту растительность. Почва также накапливает стронций, который может попадать в человеческий организм с пылью.

Таким образом, в организм человека стронций может попасть через:

- воду, предельно допустимое содержание стронция в воде – 8 мг/л в нашей стране, 4 мг/л – в США;
- пищу, особенно много стронция накапливается в такой растительной пище, как укроп, петрушка, лук, томаты, свекла, редис, капуста, редька, рожь, пшеница и ячмень;
- через кожу;

- при дыхании через легкие.

Особому риску подвержены люди, работающие со стронцием в областях радиоэлектронной промышленности, металлургии, металлотермии, на производстве радиоактивных, магнитных материалов и др.

Применение в медицине [2]

Соли стронция не имеют терапевтических преимуществ перед солями кальция, натрия и применение их довольно ограниченное.

Применяются следующие соли:

- Stroncium bromatum – при эпилепсии до 4 г в день.
- Stroncium iodatum – по 0,5–1 г вместо йодистого калия.
- Stroncium.lacticum – предлагается при альбуминурии и нефрите по 0,5 г на прием, а также как противоглистное.

В настоящее время стронций применяется в клинической практике для ортопедического исправления деформации у детей.

Литература

1. В каких продуктах содержится Стронций. <http://findfood.ru/component/stroncij/product>
2. СВОЙСТВА, СОДЕРЖАНИЕ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРОНЦИЯ В ЖИВОМ И НЕЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ. (обзор) Валиев В.С. <http://ipenant.ru/ipencontent/index.php/biokhimiya-i-meditsina/blog/117-ostrontsii?limitstart=&showall=1>
3. Стронций в организме: значение, нехватка и избыток, стронций в продуктах. <http://xn----htbbacbpccnglssolag.xn--p1ai/food/stroncij.html>
4. Стронций в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1649-strontsiy-v-organizme-cheloveka.html>
5. Стронций. (Sr) <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikrochudesastrontsiy-vrag-kostnogo-mozga>
6. Фундук. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/funduk>

1.3.3. Бром

Как и другие микроэлементы, бром является важным компонентом для здорового функционирования организма человека. Как нехватка, так и избыток брома может спровоцировать серьезные проблемы.

Бром (лат. Bromum), Br, химический элемент VII группы периодической системы Менделеева, относится к галогенам; атомный номер 35, атомная масса 79,904; красно-бурная жидкость с сильным неприятным за-

пахом. Бром открыт в 1826 году французским химиком Антуаном Жером Баларом (Antoine-Jérôme Balard; 1802 — 1876) при изучении рассолов средиземноморских соляных промыслов; назван от греч. bromos – зловоние [1].

Содержание Брома в земной коре ($1,6 \cdot 10^{-4}\%$ по массе) оценивается в 10^{15} - 10^{16} т. В главной своей массе Бром находится в рассеянном состоянии в магматических породах, а также в широко распространенных галогенидах. Бром – постоянный спутник хлора. Бромистые соли (NaBr, KBr, MgBr₂) встречаются в отложениях хлористых солей (в поваренной соли до 0,03% Br, в калийных солях – сильвине и карналлите – до 0,3% Br), а также в морской воде (0,065% Br), рапе соляных озер (до 0,2% Br) и подземных рассолах, обычно связанных с соляными и нефтяными месторождениями (до 0,1% Br). Благодаря хорошей растворимости в воде бромистые соли накапливаются в остаточных рассолах морских и озерных водоемов [1].

Бром применяют при получении ряда неорганических и органических веществ, в аналитической химии. В частности соединения брома используют при производстве пестицидов и инсектицидов, в качестве топливных добавок, а также в фотографии. Известно также использование брома для мягкой дезинфекции воды в бассейнах при увеличенной чувствительности к хлору. Существенная часть брома в форме бромида кальция или натрия применяется для изготовления буровых растворов. Такие растворы закачивают в скважины с целью увеличения объемов добытой нефти. Еще данный элемент используется при производстве фармацевтических препаратов, фотографических материалов и высококачественной резины (бромбутилкаучука).

В настоящее время бром широко используется для производства антипиренов – веществ, защищающих материалы органического происхождения от воспламенения. Эти вещества используют для производства негорючих красок, пропитки изделий из древесины, тканей и пластмасс. Бромхлорметан используется как наполнитель огнетушителей. Элементарный бром применяется в процессах водоочистки и водоподготовки. Следует отметить, что бром является ядовитым галогеном, поэтому при работе с ним следует соблюдать меры безопасности и использовать индивидуальные средства защиты.

Биологическая роль брома в организме человека [2, 4, 5, 8]

Общее количество брома в организме человека составляет около 260 мг. В литературе практически не существует данных о его суточном потреблении, предполагается величина 7,5 мг. В крови бром сосредоточен, по данным одних авторов, в основном, в плазме – 17 мг и в эритроцитах – 1,5 мг, а по данным других – эта разница несущественна. Бром обнаружен в слюне, где его концентрация в 1,5 раза выше, чем в крови. Выводится бром

с мочой 0,8–12 мг/сутки, среднее его содержание в ней составляет 0,0184%. Выделение другими путями невелико. Незначительная часть этого элемента обнаружена в фекалиях, поте, волосах.

Биологическая роль брома в организме была доказана далеко не сразу. В наше время известно, что он способствует регуляции процессов торможения и возбуждения нервной системы, в основном, в коре головного мозга, и обеспечивает правильный баланс. Ввиду этого он часто является компонентом успокаивающих средств. Поскольку бром – антагонист йода, он предотвращает гиперфункцию щитовидной железы, а также активизирует работу надпочечников. Принимает активное участие в обмене жиров и углеводов. Также существует предположение, что данный микроэлемент нужен для кроветворения.

Бром показан при раздражительности, истерии, неврастении, бессоннице, эпилепсии, нервном переутомлении. Помимо этого, соединения микроэлемента используются для лечения заболеваний, связанных с нарушениями кортиковисцеральной регуляции систем, внутренних органов (начальные стадии гипертонии, при язвенной болезни желудка) [7].

Бром в продуктах питания

Большую часть брома организм получает с продуктами питания. В связанном виде, будучи частью солей либо органических кислот, он является малотоксичным. Бром содержат бобовые, особенно фасоль, горох и чечевица, орехи, зерновые. Именно растительные продукты считаются главными его источниками. Содержится и в морепродуктах, и в морской рыбе. Есть он в поваренной каменной соли. Организм довольно хорошо усваивает данный микроэлемент, но происходит это только при наличии других компонентов, таких как фтор, йод, алюминий и хлор.

Функции Брома в организме [3]

Бром оказывает различное влияние на организм:

- влияет на работу щитовидной железы;
- участвует в активации пепсина;
- участвует в работе центральной нервной системы;
- активизирует различные ферменты (амилазу, липазу и другие);
- оказывает влияние на половые железы (у мужчин – повышает выработку сперматозоидов и увеличивает объем эякулята);
- участвует в деятельности клеток иммунной системы

В виде бромидов микроэлемент используют для лечения различных заболеваний. Он обладает высоким седативным действием, ввиду чего препараты брома нередко показаны при нервных нарушениях и проблемах со сном. Соли брома эффективно используются для борьбы с болезнями,

причиняющими судороги, а также при проблемах в работе сердечно-сосудистой системы, болезнях желудка и кишечника, в частности, язвенных заболеваний (табл. 24).

Таблица 24. Содержание брома в продуктах [2]

Продукт	Бром мкг на 100 г продукта
Морская капуста	250
Креветки	230
Треска	230
Пшеница	80
Ячневая крупа	70
Грецкие орехи	60
Арахис	60
<u>Миндаль</u>	60
Фундук	60
<u>Кешью</u>	60
Нут (турецкий орех)	40
Хлеб	40
Макаронные изделия	40
Горох	40
Фасоль	40
Чечевица	40
Молоко	30
Кисломолочные продукты	20
Твердый сыр	20
Поваренная соль	3

Недостаток брома в организме [2, 5]

Нехватка брома в организме человека возможна в том случае, если он употребляет в пищу мало растительных продуктов, а также ввиду проживания в местностях, где содержание микроэлемента в окружающей среде низкое. Это горные области и регионы, далекие от моря. Симптомы недостатка бора в организме следующие:

- замедление роста в детском и подростковом возрасте;
- высокая раздражительность, склонность к истерикам;

- уменьшение продолжительности жизни;
- нарушения половой функции у мужчин;
- уменьшение гемоглобина в крови;
- депрессия;
- снижение кислотности желудочного сока;
- ухудшение зрения и слуха;
- увеличение вероятности выкидыша при беременности и преждевременных родов;
- нарушения сна;
- понижение уровня гормонов щитовидной железы.

Признаки избытка брома [3, 5, 7]

Бром является ядовитым веществом и при попадании повышенного количества вещества в организм возникают серьезные последствия, вплоть до летального исхода. Накопление брома в организме при длительном лечении или при передозировке препаратов вызывает:

- угнетенное состояние нервной системы, головокружение;
- носовые кровотечения;
- аллергические высыпания на коже;
- расстройства речи;
- рвота;
- диарея;
- миалгия;
- атаксия;
- раздражение слизистых оболочек глаз;
- неврологические нарушения -подавленность, сонливость и общая слабость;
- ухудшение памяти, бессонница.
- бронхит;
- ринит;
- нарушение пищеварения;
- конъюнктивит;
- снижение болевой чувствительности.

Соединения брома являются малотоксичными, в то время как элементарный бром считается веществом с ядовитым воздействием. Влияние на человеческий организм 3 грамм может вызвать отравление, от 35 грамм – смертельный исход. При концентрации в воздухе 0,001% брома появляются негативные проблемы в виде головокружения, раздражений слизистых оболочек и носовых кровотечений, при 0,02% – спазмы и болезни дыхательных путей и удушье.

Если бром попадает на кожу, может возникнуть очень сильный ожог. Регулярные отравления малыми дозами могут спровоцировать проблемы со сном и памятью, ухудшение пищеварения.

Пары брома способны вызвать отек легких, вероятность наступления которого увеличивается при наличии склонности к аллергическим проявлениям у человека и при болезнях легких и дыхательных путей. Поэтому особую опасность представляет бром для астматиков.

Причинами отравления бромом могут стать: несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола, Валокардина и других бром содержащих препаратов [6].

При отравлении бромом пострадавшего, в первую очередь, следует вывести на чистый воздух, поднести к носу тампон, смоченный в нашатырном спирте. Затем вызвать рвоту, дать принять слабительные средства и активированный уголь для выведения излишка элемента из организма. Дальнейшее лечение предполагает обильное питье (употребление минеральной воды, теплого молока) и проведение ингаляций раствором тиосульфата натрия 2 % под контролем врача.

Если не купировать симптомы передозировки, развиваются энтерит, бронхит, ринит, болезнь бромодерма, конъюнктивит, галлюцинации, при хроническом отравлении возможно наступление удушья.

Взаимодействие с другими элементами [5]

Действие брома ослабляется в сочетании с йодом, фтором, алюминием и хлором. При взаимосвязи с бромидами и хлоридами растворимость брома повышается и снижается при контакте с сульфатами. Не участвует в реакции с кислородом и азотом, в том числе при высоких температурах.

Препараты брома [7]

Лекарственные средства, содержащие бромиды оказывают седативное действие на организм человека.

Рассмотрим их классификацию:

1. Калия бромид – кристаллы белого цвета, применяются для нормализации психо-эмоционального состояния, замедления сердечного ритма.
2. Аммония бромид – бесцветные соединения, практически не используются в медицине по причине раздражения слизистых оболочек.
3. Бромформ – летучая жидкость с характерным сладковатым привкусом, используется в качестве успокаивающего средства и для синтеза фармацевтических препаратов, разделения минералов.

4. Натрия бромид – порошок соленого вкуса, комбинируется с приемом седативных препаратов для устранения повышенной раздражительности, неврозов, истерии. В отличие от вышеперечисленных средств, он не раздражает слизистую оболочку желудка. Выпускается в растворах, таблетках, порошках, инъекциях.

Дозировка бромидов зависит от типа высшей нервной деятельности, характера заболевания и варьируется в пределах от 0,02 до 1 грамма на прием. Зачастую пациенту разово вводят 0,5 грамма соединения 3 раза в сутки. Для уменьшения судорог (при эпилепсии) дозу постепенно увеличивают до 7 грамм в день.

Таким образом, бром – микроэлемент, обладающий выраженным успокаивающим действием. Чаще всего его используют для снятия воспалительных реакций, сопровождающихся болезненными ощущениями и симптомами нервного переутомления.

Литература

1. Бром. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=35>.
2. Бром (Br) в продуктах питания и его роль в организме человека. <http://ialive.ru/pitanie/mineraly/mikroelementy/brom-v-produktakh-pitaniya.html>.
3. Бром в организме человека. <http://otbabushek.ru/brom-v-organizme-cheloveka>.
4. Бром в организме человека. <http://www.medeffect.ru/endocrin/tracelements0023.shtml>.
5. Значение брома в организме человека. <http://vitaminba.ru/mineral/brom>
6. Опасность интоксикации бромом. <https://bezotravleniy.ru/vidy/otravlenie-bromom.html>.
7. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ БРОМОМ. <http://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-bromom>.
8. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.3.4. Свинец [2, 6]

Свинец (лат. Plumbum), Pb, химический элемент IV группы периодической системы Менделеева; атомный номер 82, атомная масса 207,2. Свинец – тяжелый металл голубовато-серого цвета, очень пластичный, мягкий (режется ножом, царапается ногтем) [7]. Свинец был известен за 6-7 тысяч лет до н. э. народам Месопотамии, Египта и других стран древнего мира. Он служил для изготовления статуй, предметов домашнего обихода, табличек для письма. Римляне пользовались свинцовыми трубами для водопроводов. Алхимики называли Свинец Сатурном и обозначали его знаком этой планеты. Соединения Свинец – «свинцовая зола» PbO , свинцовые белила $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ применялись в Древней Греции и Риме как составные части лекарств и красок. Когда было изобретено огнестрельное оружие, Свинец начали применять как материал для пуль. Ядовитость Свинца отметили еще в 1 веке н. э. греческий врач Диоскорид и Плиний Старший [7].

Содержание Свинца в земной коре (кларк) $1,6 \cdot 10^{-3}\%$ по массе. Образование в земной коре около 80 минералов, содержащих Свинец (главный из них галенит PbS), связано в основном с формированием гидротермальных месторождений. В биосфере Свинец в основном рассеивается, его мало в живом веществе ($5 \cdot 10^{-5}\%$), морской воде ($3 \cdot 10^{-9}\%$). Из природных вод Свинец отчасти сорбируется глинами и осаждается сероводородом, поэтому он накапливается в морских илах с сероводородным заражением и в образовавшихся из них черных глинах и сланцах [7].

Свинец широко применяют в производстве свинцовых аккумуляторов, используют для изготовления заводской аппаратуры, стойкой в агрессивных газах и жидкостях. Свинец сильно поглощает γ -лучи и рентгеновские лучи, благодаря чему его применяют как материал для защиты от их действия (контейнеры для хранения радиоактивных веществ, аппаратура рентгеновских кабинетов и других). Большие количества Свинца идут на изготовление оболочек электрических кабелей, защищающих их от коррозии и механических повреждений. На основе Свинца изготавливают многие свинцовые сплавы. Оксид Свинца PbO вводят в хрусталь и оптическое стекло для получения материалов с большим показателем преломления. Сурик, хромат (желтый крон) и основные карбонат Свинца (свинцовые белила) – ограниченно применяемые пигменты. Хромат Свинца – окислитель, используется в аналитической химии. Азид и стифиат (тринитрорезорцинат) – иницирующие взрывчатые вещества. Тетраэтилсвинец – антидетонатор. Ацетат Свинца служит индикатором для обнаружения H_2S . В качестве изотопных индикаторов используются ^{204}Pb (стабильный) и ^{212}Pb (радиоактивный) [7].

Биологическое действие свинца [1, 2, 6, 9]

Свинец обнаружен практически во всех органах и тканях человеческого организма. Общее количество свинца зависит от возраста, места проживания и расы. Установлено, что у среднего мужчины в Западной Европе, массой 70 кг, не подвергавшегося воздействию избыточного количества свинца, в организме содержится от 100 до 400 мг свинца, что в среднем составляет 120 мг, или 1.7 мкг/г ткани. Из этого количества 1,4 мг находится в крови и более 100 мг или 92 % общего содержания, в костях. В Великобритании концентрация свинца в костях мужчин и женщин старше 16 лет колеблется в пределах 9–34 мг/кг. В печени содержится около 1 мг/кг свинца, в почках – немного меньше. Аналогичные наблюдения были сделаны в Японии и США. По другим данным, в Великобритании концентрация свинца в печени колеблется между 0.02 и 0.8 мг/кг.

Человек, по-видимому, рождается уже с небольшим содержанием свинца в организме. Была показана возможность проникновения этого металла в плод через плаценту из организма матери.

Содержание свинца в теле человека с возрастом увеличивается. В течение жизни свинец накапливается в костях, которые являются резервом металла. Однако целиком он там не связывается и при различных воздействиях может высвобождаться в кровеносную систему.

Несмотря на то, что свинец является чрезвычайно ядовитым и токсичным веществом в умеренных количествах этот микроэлемент выполняет ряд важных функций:

- Увеличивает рост;
- Участвует в обменных процессах костной ткани;
- Участвует в обмене железа;
- Влияет на концентрацию гемоглобина;
- Изменяет действие некоторых ферментов.

Содержание свинца в продуктах питания

С продуктами питания в организм человека поступает до 70% всего суточного количества свинца. В отечественных продуктах наиболее высокие уровни содержания свинца определяются в консервах в жестяной таре, свежей и мороженой рыбе, пшеничных отрубях, желатине. Повышено его содержание и в корнеплодах, выращенных на землях вблизи автомагистралей. В городах с низким и средним уровнем загрязнения потребление свинца с продуктами питания колеблется от 14 до 68 мкг/сут, тогда как в районах с промышленными источниками этот показатель составляет 48-163 мкг/сут [8].

Содержание свинца в продуктах питания растительного происхождения в среднем составляет 20 мкг/100 г. В водных организмах уровень

свинца в значительной степени зависит от его содержания в воде. Средняя концентрация свинца в рыбе – 0,01...0,78 мг/кг. В настоящее время считается установленным, что количество свинца, поступающего в организм человека с пищей, значительно превышает его поступление из атмосферного воздуха (табл. 25) [4].

Таблица 25. Содержание свинца в продуктах питания

Продукты	Свинец мкг в 100 г продукта
Крупы	3-300
Хлебобулочные изделия	3-82
Овощи	2-160
Рыба Балтийского моря и крупных рек	1-170
Рыба (в среднем)	1-78
Мясо	1-78
Фрукты	1-60
Молоко	1-10

Дичь кроликов и зайцев, уток, гусей, куропаток и фазанов, как правило, бьют из ружья свинцовой дробью. Несомненно, что в мясе птиц, отстрелянных охотниками и потребляемых в пищу, содержится большое количество свинца. Дробь может застрять в мясе и, не замеченная в процессе приготовления пищи, может быть съедена.

Таблица 26. Максимальные уровни свинца в пищевых продуктах [3]
(Стандарт Codex STAN 230-2001):

Продукт	Свинец мкг в 100 г продукта
Молоко; продукты для новорожденных	2
Фрукты, овощи; мясо крупного рогатого скота, овец и свиней, мясо птицы; жир животных и домашней птицы, растительные масла; молочный жир	10
Мелкие фрукты, яблоки и виноград; зерна злаков, бобы, бобовые овощи; вино	20

Недостаток свинца в организме

Убедительных данных о влиянии дефицита свинца на организм человека не опубликовано. Однако, в ходе экспериментов на животных установлено, что свинец принимает участие в кроветворении, в биологических механизмах, связанных с активностью гемоглобина и некоторых ферментов. В малых дозах элемент совместно с кальцием способствует укреплению костей.

Избыток свинца в организме

Признаки избытка свинца:

- Слабость.
- Утомляемость.
- Снижение памяти.
- Головные боли.
- Боли в конечностях.
- Свинцовая кайма на дёснах.
- Кариес.
- Заболевания костных тканей.
- Повышение артериального давления.
- Развитие атеросклероза.
- Свинцовые колики.
- Спастический запор.
- Истощение.
- Снижение массы тела.
- Нарушения порфиринового обмена.
- Прогрессирующая почечная недостаточность.
- Снижение потенции.
- Ретикулоцитоз.
- Анемия.
- Снижение иммунитета (особенно у детей).
- Синдром сатурнизма.
- Снижение концентрации кальция, цинка, селена в организме.
- Гиперактивность.
- Депрессия.
- Снижение IQ.
- Дистрофия мышц кистей рук.
- Нарушение развития у детей.
- Энцефалопатия.

Хорошо известны симптомы острого отравления свинцом, возникающего в результате поглощения большого количества металла. О последствиях хронического потребления этого металла, которые могут появиться в результате накопления свинца в организме в течение длительного периода времени, известно меньше. Свинец в основном воздействует на четыре системы органов: кроветворную, нервную, желудочно-кишечную и почечную. Острое отравление свинцом обычно проявляется в виде желудочно-кишечных расстройств. Вслед за потерей аппетита, диспепсией, запорами могут последовать приступы колик с интенсивными пароксизмальными болями в животе. Это так называемые «сухие схватки» или «девшонширские колики». Временами боль при свинцовых коликах была настолько сильной, что ее принимали за острый аппендицит. Заболевания головного мозга в результате воздействия свинца у взрослых встречаются редко, но у детей бывают довольно часто. Эти заболевания наблюдали в США у детей с извращенным аппетитом у африканских детей, живших вблизи свинцово-цинковых плавильных печей. До развития острого энцефалопатического синдрома, сопровождающегося рвотой, апатией, сонливостью, оцепенением, нарушением координации движений, гиперактивностью и другими неврологическими симптомами, у некоторых детей отмечали появление анемии и молочных коликов.

В настоящее время симптомы тяжелого отравления свинцом встречаются редко, за исключением случаев отравления в условиях работы с повышенной производственной вредностью. Основное внимание уделяют субклиническим отравлениям, хроническим заболеваниям, возникающим из-за пребывания в среде с высоким содержанием свинца или поступления с пищей небольших количеств свинца в течение длительного времени. Одним из результатов такого субклинического отравления является включение свинца в цепь биосинтеза гема. Характерная бледность работавших со свинцом впервые была описана французским терапевтом Леннеком еще в 1831 г. Теперь такое явление встречается редко. Такая анемия связана с ингибированием синтеза гемоглобина и сокращением периода жизнедеятельности циркулирующих эритроцитов, происходящих под воздействием свинца. Она не имеет серьезных последствий для здоровья, однако интересна с диагностической точки зрения. Свинец влияет на многие стадии синтеза гема. Из ферментов наиболее сильному воздействию свинца подвержены дегидратаза дельта аминолевулиново1 кислоты, катализирующая процесс формирования профобилиногена из о-аминолевулиновой кислоты (ALA), и гемосинтетаза (гем-S), которая связывает железо в протопорфирин IX (PP IX). Кроме того, могут блокироваться и другие процессы.

Измерение активности о-аминолевулиновой кислоты, по которой определяют ее концентрацию в крови, является чувствительным клиниче-

ским анализом на отравление свинцом. Он дает возможность определить степень поглощения свинца задолго до появления явной симптоматики. Таким образом, имеется возможность регистрации начальной стадии отравления свинцом.

Сокращение периода жизнедеятельности эритроцитов при отравлении свинцом также может стать причиной анемии. Механизм такого сокращения до конца не ясен. Возможно, что свинец повышает механическую хрупкость и снижает осмотическое сопротивление клеток крови.

Хорошо изучено воздействие свинца на нервную систему, как центральную, так и периферическую. Кроме острой энцефалопатии, существуют и более мягкие симптомы реагирования нервной системы на поступление свинца. К ним относятся снижение умственных способностей и гиперкинетическое или агрессивное поведение. Однако довольно трудно установить прямую зависимость между повышением уровня свинца в крови и нейрофизиологическими симптомами, особенно, если они субклинические. Известно, что повреждение мозга в результате воздействия вируса или других причин может привести к возникновению стойкой геофагии. Это в свою очередь ведет к повышению количества поглощаемого свинца, что, вероятно, является следствием, а не причиной нарушений психики.

Раньше у людей, работающих со свинцом или получавших его избыточное количество с продуктами питания и напитками, часто наблюдалась периферическая нейропатия. Теперь свинцовые параличи, приводящие к повисанию кистей и стоп, при параличе мышц рук и ног встречаются редко. Во времена сухого закона в США в 1930-х годах было несколько случаев паралича стоп у танцоров, выступавших в кабаре, где продавали самогонный джин, загрязненный свинцом.

Причину таких параличей тщательно изучили. Она связана с мышечным истощением. Действие мышц и нервов зависит от сбалансированного тока ионов кальция через мембрану клеток. Свинец включается в этот процесс, образуя с выделяющейся при мышечном метаболизме молочной кислотой растворимый лактат свинца. В таком виде свинец легко проникает в мышечные и нервные клетки и взаимодействует с фосфатом с образованием нерастворимого соединения. Фосфат свинца образует как бы барьер на поверхности клеток и препятствует нормальному проникновению кальция. Результатом такой блокады и являются нейромышечные эффекты при параличах, вызванных свинцом.

Даже небольшое регулярное поступление свинца в организм, если оно продолжительное, приводит к хроническому заболеванию почек. Согласно докладу ВОЗ продолжительное воздействие свинца при его концентрации в крови свыше 70 мкг/мл может привести к хронической необратимой нефропатии. Сообщение из Австралии, подтверждает этот вывод. В этой

статье отмечается, что смертность от хронического нефрита в Квинсленде значительно выше, чем где-либо еще на континенте. Причиной высокой смертности от нефрита является отравление свинцом детей, пьющих воду, которую собирали с крыш покрашенных свинцовыми красками. Из 401 случая хронического отравления свинцом детей 165 человек умерло, не достигнув 40 лет, при этом 101 человек умерли от почечной недостаточности. Однако не существует единой точки зрения относительно взаимосвязи поступления свинца в организм в детстве и появления нефропатии в последующие годы жизни.

Стоке и Дэвис, подводя итоги 10-летнего изучения различных форм рака в северном Уэльсе, пришли к выводу о существовании определенной связи между содержанием металлов, в том числе и свинца, в овощах и почве, на которой они произрастают, и раковыми заболеваниями людей. Однако по заключительному докладу Международного агентства по изучению рака, опубликованному в 1972 г нет оснований считать, что соли свинца способны вызвать заболевание раком у людей, хотя у крыс и мышей при оральном и парентеральном введении различных соединений свинца удавалось вызвать рост опухоли только после введения высоких доз. Эквивалентная доза свинца для человека составила бы 550 мг в день.

Кехое рассчитал, что средний американец поглощает ежедневно с пищей 0.3 мг свинца, из них 0,1 мг поступает с водой, напитками и атмосферными осадками. Эти цифры, по-видимому, справедливы для всех промышленно развитых стран. Для Великобритании общее количество поглощенного с пищей, водой и напитками свинца составляет на каждого человека в среднем около 0.2 мг/день. Рабочая группа ВОЗв 1976 г в результате тщательных расчетов пришла к выводу, что суточное потребление свинца с пищей составляет 200–300 мкг. Около 10 % этого свинца всасывается пищеварительным трактом. Таким образом, несмотря на то, что в разных странах отдельными людьми с пищей поглощается разное количество свинца, в среднем в кровь попадает 20–30 мкг свинца в день.

Классификация свинцовых отравлений [5]

1. Носительство свинца – наличие повышенных количеств свинца в моче, наличие каймы при отсутствии симптомов, указывающих на отравление.
2. Легкое свинцовое отравление:
 - а) состояния, сопровождающиеся отдельными симптомами интоксикации (ретикулоцитоз, увеличение количества эритроцитов с базофильной зернистостью, увеличение порфирина в моче, без заметного падения процента гемоглобина;
 - б) астеновегетативный синдром в легкой форме.

3. Свинцовое отравление средней тяжести:
- а) малокровие;
 - б) свинцовая колика, нерезко выраженная;
 - в) токсический гепатит, клинически выраженный;
 - г) астено-вегетативный синдром;
 - д) чувствительная форма полиневрита.
4. Тяжелое свинцовое отравление;
- а) малокровие (гемоглобин ниже 50 %);
 - б) свинцовая колика (выраженная форма);
 - в) энцефалопатия;
 - г) свинцовые параличи.

Таблица 27. Воздействие свинца на детей и взрослых

Дети	[Pb] в крови мкг/дл	Взрослые
	150	
смерть -->		
	100	<-- энцефалопатия
энцефалопатия -->		
		<-- снижение продолжительности жизни
нефропатия -->		
анемия -->		<-- уратный нефролитиаз
	50	
желудочные колики -->		<-- снижение синтеза гемоглобина
		<-- периферическая невропатия
снижение синтеза гемоглобина -->	40	<-- мужское бесплодие
	30	<-- снижение слуха
снижение метаболизма витамина D -->		
повышение нервной возбудимости -->	20	
уратурия -->		
		<-- повышение эритроцитарного протопорфирина у женщин

повышение эритроцитарного протопорфирина у женщин -->		
снижение IQ, слуха, роста -->	10	<-- гипертензия
оксалатурия -->		
трансплацентарный перенос -->		

Лечение отравления свинцом

Синдромальное на фоне терапии комплексонами. Комплексоны образуют со свинцом очень прочные соединения, легко удаляющиеся почками. Наибольшее распространение получили тетацин-кальций и пентацин. Тетацин-кальций вводят внутривенно капельно по 20 мл 10% раствора в 200 мл 5% раствора глюкозы в течение 3 дней (1 раз в день) с последующим перерывом 3-4 дня. Всего 2-4 цикла. Введение тетацина-кальция следует сочетать с назначением препаратов железа и витамина B12. Курс лечения пентацином состоит из двух или трех 3-дневных циклов внутривенных вливаний 5 или 10% раствора по 20 мл 1 раз в день с интервалами между циклами в 5 дней.

На время лечения больные должны переводиться на работу вне контакта со свинцом. При лечении комплексонами надо учитывать противопоказания (гемофилия, понижение свертываемости крови, гипокальциемия, болезни печени и почек).

Питание при отравлении свинцом

В период обострения – продукты, способствующие депонированию свинца (молоко), вне обострения – выделению (кислые). В качестве профилактического (обезвреживающего) продукта рекомендуется введение в пищевой рацион пектинов (желеобразующие вещества), содержащихся в большом количестве в растительных продуктах (яблоки, груши, абрикосы, свекла, морковь, капуста и др.). Наблюдения на людях показали, что регулярная дача пектинов (200 г салата из свежей капусты и моркови) способствовала большему выведению свинца и улучшению общего состояния.

Вид медицинской помощи зависит от степени поражения и дозы свинца [8]:

- 0-9 мкг/дл в крови – лечение не требуется;
- 10-14 – диета с высоким содержанием пектиновых волокон, элиминационная гимнастика, препараты селена;

- 15-19 – энтеросорбция, препараты цинка и меди, антиоксиданты, цитопротекторы, ноотропы, элиминационная гимнастика;
- 20-30 – энтеросорбция, элиминационная гимнастика, корригирующая терапия, симптоматическое лечение;
- больше 30 – энтеросорбция, хелатная терапия, эфферентная терапия, симптоматическая терапия.

После лечения обязательно консультирование пострадавшего, информирование его об объективных источниках свинца. Отравление свинцом долговременно, оно редко может привести к ситуации, требующей экстренной госпитализации. Насторожить может такой симптом, как синева на деснах.

Литература

1. Анализ крови: свинец. http://www.analizesochi.ru/analizesochi/analizesochi_svinez.html.
2. Металлы в пищевых продуктах. <http://ipenant.ru/ipencontent/index.php/biokhimiya-i-medsina/blog/9-metally-v-pishchevykh-produktakh?showall=1&limitstart>.
3. Металлы в пищевых продуктах. http://www.znaytovar.ru/s/Metally_v_pishhevykh_produkтах.html.
4. Методичка по экологии продуктов питания. <http://www.studfiles.ru/preview/1904973/page:12>.
5. Отравление свинцом. <http://www.f-med.ru/toksikologia/plumbum.php>
6. Рейли К. Металлические загрязнения пищевых продуктов. Пер. с англ. М., Агропромиздат, 1985.-184 С.
7. Свинец. <http://www.chem100.ru/chem.php?n=82>.
8. СВИНЕЦКАК ТОКСИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО Янина Александровна, 2002. <http://med-stud.narod.ru/med/hygiene/lead.html>.
9. Таблица содержания свинца в продуктах питания. <http://happy-womens.com/tablitisa-soderzhaniya-svintsa-v-produktah-pitaniya.html>.

1.3.5. Медь [3]

Медь – элемент I группы периодической системы; атомный номер – 29, атомная масса – 64. Название произошло от лат. Cuprum – Кипр. Медь известна со времен древних цивилизаций.

Медь это ковкий и пластичный металл красноватого цвета, с высокой электро и теплопроводностью. Медь устойчива к действию воздуха и воды. Природным источником меди являются минералы борнит, халькопирит, малахит, также встречается и самородная медь.

В промышленности соединения меди используются для изготовления электрических проводов, монет, трубопроводов, теплообменников и т.д., широко известны сплавы меди с другими элементами (бронза и др.).

В медицине применяют серноокислую медь в качестве противомикробного и прижигающего средства. Препараты различных солей меди используют наружно для промываний и спринцеваний; в виде мазей при воспалительных процессах слизистых оболочек; в физиотерапии. Медь в сочетании с железом применяется при лечении детей с гипохромной анемией.

Медьсодержащие препараты используются также в лечении и профилактике заболеваний опорно-двигательного аппарата, гипотиреоза. Широкое распространение получило использование медной внутриматочной спирали в качестве средства контрацепции [6].

Медь – это необходимое вещество для синтеза соединительной ткани. Благодаря этому эффекту возможно продление молодости кожи (морщины появятся намного позже). К тому же медь улучшает доставку кислорода к тканям, усиливает мышечное сокращение и в целом благоприятно воздействует на организм. Поэтому очень важно знать, в каких продуктах содержится этот микроэлемент и в каком количестве. Если продукты богатые медью регулярно включать в свой пищевой рацион, то можно долго оставаться молодым, красивым и здоровым.

Биологическая роль меди [1, 3, 5, 6]

Общее содержание меди в организме человека составляет от 72 до 150 мг. Количество меди в печени составляет около 5 мг, в костях – 0,7 мг, в спинномозговой жидкости – 10 мкг, в крови – около 100 мкг на 100 мл.

Суточная потребность в меди составляет [1]:

- у взрослых людей – 1600–2000 мкг;
- у детей и подростков от 4 до 18 лет – 1000–1600 мкг;
- у детей 3 лет и младше – 600–1000 мкг.

Дефицит меди в организме может развиваться при недостаточном поступлении этого элемента (1 мг/сутки и менее), а порог токсичности для человека равен 200 мг/сутки. О летальной дозе меди данных нет.

Оценку содержания меди в организме определяют по результатам исследований крови, мочи, волос. Средняя концентрация меди в плазме крови составляет 0,75–1,3 мг/л, в моче 2–25 мг/л, в волосах 7,5–20 мг/кг. Об обмене меди можно судить с помощью определения уровня церулоплазмينا в сыворотке крови, а также по активности медьсодержащих ферментов.

Нормы потребления этого микроэлемента могут незначительно возрастать в следующих ситуациях:

- при увеличенных физических нагрузках;
- при выявлении воспалительных процессов;

- при ослаблении иммунных сил;
- при малокровии;
- при диагностировании кардиологических заболеваний;
- при чрезмерном пристрастии к спиртным напиткам;
- при артрите и остеопорозе.

Усвоение меди в организме

В пищеварительном тракте усваивается около 93 % меди, поступившей с пищевыми продуктами. Лучше всего организмом усваивается двухвалентная медь. В крови медь связывается с сывороточным альбумином (12-17%), аминокислотами – гистидином, треонином, глутамином (10-15%), транспортным белком транскуприном (12-14%) и церулоплазмином (до 60-65%). Положительное влияние на всасывание этого вещества может оказывать кобальт, а отрицательное – яичные желтки, высокие дозы витамина С и фруктозы, магний, цинк и молибден. Помимо этого, фактором, препятствующим нормальной усвояемости меди, является системное злоупотребление алкогольными напитками.

Всасывание ионов меди происходит в верхних отделах тонкого кишечника. Выводится она также через кишечник. С мочой выведение составляет только 15%. Поэтому у людей с почечной недостаточностью не развивается гиперкупрумия. Запоры существенно могут повышать вероятность развития данного состояния, так как происходит обратное всасывание медных ионов в желудочно-кишечном тракте. Избыточное количество поступающей меди в организм депонируется в печени, где связывается с белком-церулоплазмином. Когда потребность организма в этом веществе повышается, связь с белком разрушается, ионы меди поступают в кровоток. Далее медь связывается с рецепторами тех клеток, где повышена потребность в этом веществе.

В организме существует циркадный ритм меди. Это означает, что максимальное содержание её отмечается в обеденное время, а минимальное – ночью. Данный факт связан с особенностями функционального состояния органов и систем.

Если медь в продуктах питания человека поступает в количестве больше 5 мг, развиваются симптомы избытка данного вещества в организме, что отрицательно сказывается на работе многих органов, и выражается в плохом самочувствии. Однако при беременности и кормлении грудью продукты, содержащие медь, должны поступать в повышенном количестве.

В организме человека медь участвует в следующих процессах:

- является компонентом множества ферментов и гормонов;
- создает условия для полноценного тканевого дыхания;

- поддерживает наиболее оптимальную структуру костей, хрящей;
- является одним из составных компонентов нервных оболочек;
- нейтрализует свободные радикалы, провоцирующие развитие раковых заболеваний;
- участвует в процессе кроветворения.
- участвует в синтезе гемоглобина наряду с железом;
- способствует образованию миоглобина;
- улучшает проведение нервного импульса;
- повышает интеллектуальные способности человека;
- увеличивает образование энергии в организме, которая необходима для функционирования каждой клетки;
- ускоряет процессы разрушения белков до аминокислот, из которых синтезируются новые белки;
- метаболические реакции с участием железа всегда требуют присутствия и меди, которая является кофактором железа;
- поддерживает в норме эластичность кожных покровов, сосудов;
- отвечает за процессы образования пигмента в коже (люди с нормальным уровнем этого микроэлемента достаточно быстро загорают);
- улучшает состояние волос и кожи, так как предупреждают избыточное функционирование сальных желез;
- улучшает образование составных компонентов соединительной ткани, ферменты, которые способствуют синтезу коллагена и эластина, без ионов меди не могут нормально функционировать;
- повышает образование эндорфинов, что является залогом хорошего настроения и эффективным способом борьбы с болью;
- повышает резистентность организма к целому ряду инфекций, усиливает эффект антибактериальных препаратов;
- устраняет воспалительные процессы и препятствует их распространению;
- облегчает течение аутоиммунных заболеваний;
- способствует быстрому выведению из организма токсических соединений;
- улучшает пищеварительные процессы;

Таблица 28. Содержание меди в продуктах питания [1, 2, 6, 7-11]

Продукт 100 г	Медь мг	Продукт 100 г	Медь мг	Продукт 100 г	Медь мг
Печень трески	12,50	Печень минтая	10,00	Какао-порошок	4,55
Кунжут	4,082	Печень говяжья	3,80	Печень свиная	3,70

Пивные дрожжи	3,20	Семена подсолнечника	1,70	Кальмар	1,50
Пшеничные отруби	1,40	Кедровые орехи	1,35	Шоколад	1,20
Арахис	1,14	Фундук	1,13	Подосиновики	0,90
Креветки	0,85	Горох	0,75	Макароны	0,70
Чечевица	0,66	Крупа гречневая	0,64	Миндаль	0,60
Рис	0,56	Орехи грецкие	0,53	Крупа овсяная	0,50
Фасоль	0,48	Сердце говяжье	0,45	Почки говяжьи	0,45
Крупа «Геркулес»	0,45	Крупа пшеничная	0,37	Крупа пшённая	0,37
Крупа ячневая	0,37	Финики	0,362	Изюм	0,36
Хлеб пшеничный зерновой	0,32	Дрожжи	0,32	Крупа перловая	0,28
Крупа рисовая	0,25	Баранина	0,24	Мука ржаная	0,23
Хлеб ржаной	0,22	Консервы рыбные в масле	0,21	Копина	0,21
Мозги говяжьи	0,20	Сосиски	0,18	Колбаса полукопчёная	0,18
Колбаса варёная	0,18	Мозги говяжьи	0,20	Говядина	0,18
Мука пшеничная	0,18	Тыква	0,18	Ежевика	0,165
Гранат	0,158	Редька	0,15	Редис	0,15
Треска	0,15	Петрушка	0,149	Картофель	0,14
Свекла	0,14	Баклажаны	0,14	Абрикосы	0,14
Батон	0,14	Булка сдобная	0,14	Щавель	0,131
Банан	0,13	Хлеб пшеничный	0,13	Горошек зелёный	0,13
Чеснок	0,13	Клубника	0,13	Виноград	0,127
Молоко сухое	0,12	Груши	0,12	Салат	0,12
Помидоры	0,12	Твёрдые сорта сыра	0,119	Хурма	0,113
Ставрида	0,11	Мука ржаная сеяная	0,11	Яблочное пюре	0,11

Яблоки	0,11	Перец сладкий	0,10	Огурцы	0,10
Сок томатный	0,10	Свинина жирная	0,10	Мука пшеничная в.с.	0,10
Сухари	0,09	Лук зелёный	0,09	Лук репчатый	0,09
Сыр «Чеддер»	0,09	Сыр «Голландский»	0,09	Сыр «Пошехонский»	0,09
Яйцо куриное	0,08	Сыр плавленый	0,08	Морковь	0,08
Виноград	0,08	Хлеб пшеничный, в.с.	0,08	Капуста белокочанная	0,08
Кура	0,08	Творог	0,07	Брынза	0,07
Крупа манная	0,07	Апельсины	0,07	Грейпфруты	0,07
Сыр «Рокфор»	0,06	Черешня	0,06	Сливки сухие	0,06
Сок яблочный	0,06	Помидоры	0,059	Кукуруза	0,054
Персики	0,05	Сыр «Российский»	0,05	Сыр «Прибалтийский»	0,05
Арбуз	0,05	Дыня	0,05	Сок виноградный	0,04
Бифидолакт	0,03	Молоко сгущённое	0,03	Сливки	0,02
Сметана	0,02	Кефир, простокваша	0,01	Масло сливочное	0,01

Причины и признаки недостатка меди [1]

Причинами возникновения дефицита меди могут стать:

- слишком малое поступление с пищей;
- продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов;
- нарушения в работе желудочно-кишечного тракта;
- длительное нахождение на парентеральном питании;
- заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией;
- избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме;
- обменные сбои;
- продолжительное злоупотребление спиртным.

Важнейшими признаками, сигнализирующими о недостатке этого микроэлемента в органах и тканях, считаются:

- раннее старение организма, преждевременное появление седины;
- торможение всасывания железа, нарушение процессов кроветворения, развитие микроцитарной гипохромной анемии;
- резкое ослабление иммунитета;
- ухудшение деятельности сердечно-сосудистой системы, увеличение риска ишемической болезни сердца, образование аневризм стенок кровеносных сосудов, кардиопатии;
- ухудшение состояния костной и соединительной ткани, нарушение минерализации костей, остеопороз, переломы костей;
- повышенная утомляемость, постоянное чувство слабости;
- увеличение щитовидной железы (гипотиреоз, дефицит тироксина);
- отставание девочек в половом развитии;
- понижение либидо у женщин, отказ от регулярной половой жизни;
- нарушения жирового обмена, сопровождающиеся развитием сахарного диабета, атеросклероза и быстрым набором избыточного веса;
- нарушение менструального цикла;
- понижение количества лейкоцитов и нейтрофилов в крови;
- неспособность зачать ребенка;
- развитие дистресс-синдрома у новорожденных;
- повышение склонности к аллергическим дерматозам и бронхиальной астме;
- дегенерация миелиновых оболочек нервных клеток, увеличение риска развития рассеянного склероза;
- изменение цвета кожи и волос (у таких людей очень рано развивается седина);
- истончение волос, нарушение их пигментации, витилиго и повышенное выпадение;
- бледность кожи;
- диарея;
- плохой аппетит, отвращение к пище;
- ухудшение настроения, которое иногда может перейти в патологическое состояние – депрессию;
- учащение дыхания и снижение его эффективности.

Если в организм человека продукты с содержанием меди поступают в незначительном количестве, то существенно повышается риск атеросклероза. Это происходит за счет усиленного образования липопротеинов низкой и очень низкой плотности. Поэтому продукты, содержащие медь, являются средством профилактики инсульта и инфаркта. В рационе питания человека блюда с этими продуктами должны присутствовать всегда. Также нехватка меди в организме проявляется кровотечениями и нарушениями в соединительной и костной тканях.

Избыток меди

Высокое содержание меди в организме считается токсичным для человека. Самыми распространенными причинами избыточного скопления этого вещества в органах и тканях признаются:

- нарушение регуляции обмена меди;
- избыточное поступление соединений меди (например, при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды;
- при вдыхании частиц меди в виде пара и медной пыли или окиси меди, которые образуются при обработке медных поверхностей вручную или с помощью шлифовальной машинки (дремеля), когда используется наждак или разнообразные шлифовальные насадки (головки), отрезные круги и прочее [4].

Признаками, указывающими на избыток меди в организме, являются:

- ухудшение качества сна, депрессивные состояния, проблемы с памятью и иные функциональные сбои в работе нервной системы, развитие болезни Альцгеймера [5];
- развитие судорожных припадков, особенно у пациентов с отягощенной наследственностью по эпилепсии;
- увеличение риска развития атеросклероза;
- повышенное выпадение волос;
- предменструальный синдром;
- задержка менструации и обильные месячные;
- быстрое старение кожи за счет образования морщин;
- «медная лихорадка» (избыточное потоотделение, озноб, выраженная гипертермия, судороги ног);
- головные боли;
- раздраженность конъюнктивы и повышенное слезотечение;
- общая слабость;
- нарушения пищеварения;
- боли в мышечных тканях;
- поражение печени с развитием цирроза и вторичным поражением головного мозга, связанным с наследственным нарушением обмена меди и белков (болезнь Вильсона-Коновалова);
- нарушения в работе почек;
- развитие аллергических дерматозов;
- гемолиз эритроцитов, появление гемоглобина в моче, анемия;

При избытке меди в организме рекомендуется:

- исключение приема медьсодержащих пищевых добавок;
- ограничение употребления богатых медью пищевых продуктов;

- назначение желчегонные средства и препаратов, содержащие цинк, бор, молибден;
- назначение повышенных доз аскорбиновой кислоты;
- при гепатолентикулярной дегенерации постоянный ежедневный прием до 1,5 г D-пенициламина (купренила).

Медь для детей

В грудном молоке меди содержится очень мало. Поэтому для предупреждения гипокупрумии у ребенка необходимо своевременно вводить в пищевой рацион соки, богатые медью.

Однако вводить их в рацион питания следует постепенно, чтобы избежать развития аллергических реакций у ребенка. Для этого прикорм фруктовыми соками начинают с половины чайной ложки и следят за общим состоянием ребенка. Если стул остается нормальным и не появляется сыпь, то это говорит о хорошей переносимости. На следующий день количество фруктового пюре или сока увеличивают вдвое. И так продолжают до тех пор, пока не доведут количество продукта до физиологической нормы.

Медь необходима как взрослому человеку, так и детям. Этот элемент участвует в ряде важных процессов в организме человека. При регулярном употреблении в пищу продуктов богатых медью, количество гемоглобина в крови нормализуется, обеспечивая оптимальное поступление кислорода к клеткам. Ионы меди помогут продлить молодость, сделать кожу здоровой и красивой, волосы густыми и блестящими.

Литература

1. В каких продуктах содержится медь. <http://onwomen.ru/v-kakih-produktah-soderzhitsya-med.html>.
2. В каких продуктах содержится медь. http://www.davajpohudeem.com/pitanie_dlja_pohudeniya/sostav-produktov/v-kakix-soderzhitsya-med.html.
3. Влияние меди на организм человека. <http://bot52.ru/cu.htm>
4. МЕДНАЯ ПЫЛЬ ОБ ОТРАВЛЕНИЯХ СОЕДИНЕНИЯМИ МЕДИ. <http://www.pallan.ru/copper-dust.html>.
5. Медь в организме человека и ее недостаток. <http://muvrasil.ru/zdorovoe-pitanie/med-v-organizme-cheloveka-i-ee-nedostatok>.
6. Медь (Cu) исключительно полезный и важный элемент для организма человека. <http://vitaminba.ru/mineral/med-cu>.
7. Миндаль. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/mindal>.
8. Орех кедровый. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/orekh-kedrovij>.

9. Содержание меди в продуктах питания. http://e-libra.ru/files/books/2015/07/19/365959/i_027.png.
10. СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В ПРОДУКТАХ. http://www.novostioede.ru/article/soderzhanie_medi_v_produkтах_pitaniya_tablitsa.
11. Финики. <http://chem-polezno.com/frukty/finiki>.

1.3.6. Алюминий

Алюминий (лат. Aluminium), Al (читается «алюминий»), химический элемент с атомным номером 13, атомная масса 26,98154. По распространенности в земной коре алюминий занимает первое место среди металлов и третье место среди всех элементов (после кислорода и кремния), на его долю приходится около 8,8% массы земной коры. Алюминий входит в состав огромного числа минералов, главным образом, алюмосиликатов, и горных пород. Соединения алюминия содержат граниты, базальты, глины, полевые шпаты и др.[1]

В чистом виде алюминий был впервые получен в 1825 году физиком из Дании Хансом Кристианом Эрстедом (дат. Hans Christian Ørsted; 1777–1851). Это серебристо-белый мягкий металл, покрытый оксидной пленкой, которая защищает его от коррозии. В 19 веке он был дороже золота и использовался в ювелирном деле, пока алюминий не научились получать в промышленных масштабах [3].

По масштабам применения алюминий и его сплавы занимают второе место после железа и его сплавов. Широкое применение алюминия в различных областях техники и быта связано с совокупностью его физических, механических и химических свойств: малой плотностью, коррозионной стойкостью в атмосферном воздухе, высокой тепло- и электропроводностью, пластичностью и сравнительно высокой прочностью. Алюминий легко обрабатывается различными способами – ковкой, штамповкой, прокаткой и др. Чистый алюминий применяют для изготовления проволоки (электропроводность алюминия составляет 65,5% от электропроводности меди, но алюминий более чем в три раза легче меди, поэтому алюминий часто заменяет медь в электротехнике) и фольги, используемой как упаковочный материал. Основная же часть выплавляемого алюминия расходуется на получение различных сплавов.

Сплавы алюминия находят широкое применение в быту, в строительстве и архитектуре, в автомобилестроении, в судостроении, авиационной и космической технике. В частности, из алюминиевого сплава был изготовлен первый искусственный спутник Земли. Сплав алюминия и циркония – циркалой – широко применяют в ядерном реакторостроении. Алюминий применяют в производстве взрывчатых веществ.

Из анодированного алюминия, по внешнему виду напоминающему золото, изготавливают различную бижутерию.

При обращении с алюминием в быту нужно иметь в виду, что нагревать и хранить в алюминиевой посуде можно только нейтральные (по кислотности) жидкости (например, кипятить воду). Если, например, в алюминиевой посуде варить кислые щи, то алюминий переходит в пищу и она приобретает неприятный «металлический» привкус. Поскольку в быту оксидную пленку очень легко повредить, то использование алюминиевой посуды все-таки нежелательно [1].

Алюминий – важнейший иммунотоксичный микроэлемент для здоровья человека. Высокая химическая активность минерала обуславливает его способность соединяться с разнообразными веществами.

В организме взрослого человека содержание алюминия составляет 60 миллиграмм [6].

Концентрация элемента во внутренних органах, микрограмм на грамм [5]:

- лимфатических узлах – 32,5;
- легких -18,2;
- печени – 2,6;
- тканях – 0,6;
- мышцах – 0,5;
- мозге, семенниках, яичниках – по 0,4.

При вдыхании пыли с соединениями алюминия, содержание элемента в легких может достигать 60 микрограмм на грамм. С возрастом его количество в головном мозге и органах дыхания увеличивается.

Биологическое значение алюминия [3]

Алюминий участвует в формировании эпителия, построении соединительной, костной тканей, влияет на активность пищевых желез, ферментов.

Ежедневная потребность составляет порядка 50 мкг для взросло человека и 30–40 мкг для детей. Однако все свойства этого металла до сих пор до конца не изучены, поэтому данные могут варьироваться в различных источниках от 5 до 50 мкг.

Считается, что в ежедневном рационе присутствует 100 микрограмм алюминия. Поэтому потребность организма в данном микроэлементе в полной мере удовлетворяется за счет пищи.

Из продуктов питания богатых алюминием, его усваивается только 4%: через дыхательные пути или пищеварительный тракт. Накопленное с годами алюминий выводится с мочой, фекалиями, потом, выдыхаемым воздухом.

Алюминий относится к категории соединений, которые выполняют первостепенную роль в человеческом организме.

Функции алюминия [3]:

- участвует в построении белков и пептидов;
- участвует в создании эпителия;
- регулирует, ускоряет регенерацию клеток, тем самым продлевая здоровье и молодость;
- участвует в формировании хрящей, связок, скелета, мышечной, костной и соединительной тканей, способствуя эпителизации кожи;
- повышает активность ферментов для пищеварения и переваривающую способность желудочного сока;
- нужен для выработки и улучшения восприятия организмом фосфатных, белковых комплексов;
- активизирует работу щитовидной железы;
- способствует правильному развитию скелета детей.

Алюминий содержится в биомолекулах, создавая прочную связь с атомами азота, кислорода. Он показан людям при переломах костей и лицам, страдающим острым, хроническим гиперацидным гастритом, язвенной болезнью желудка, остеопорозом.

В медицине алюминий нашел не менее широкое применение. Многие препараты с его содержанием имеют обволакивающий, обезболивающий эффекты, он обладает антацидным и адсорбирующим действиями. Антацидное действие означает, что лекарства при взаимодействии с соляной кислотой могут снизить кислотность желудочного сока. В связи с этим их назначают при лечении заболеваний, которые именуются кислотозависимыми. Кроме того, алюминий назначают и для наружного применения [2].

Природные источники алюминия

Алюминий преимущественно содержится в растительной пище и хлебобулочных изделиях, из-за выпекания последних в алюминиевой посуде. Особенно много алюминия в дрожжах, красителях и пищевых добавках, без которых не обходятся колбасы, консервы, хлеб (особенно белый) и другие продукты.

Пищевые добавки: E520, 521, 522, 523 – это сульфаты алюминия, которые хорошо всасываются кишечником. В сыре и поваренной соли содержатся фосфаты и силикаты алюминия E541, 554, 555, 556, 559. Правда, они менее опасны, так как хуже усваиваются в кишечнике. Количество алюминия в сгущенке, рыбных консервах в алюминиевых банках скорее всего тоже зашкаливает (особенно после длительного хранения) [4].

С каждым годом содержание алюминия в готовых «магазинных» продуктах стремительно возрастает.

Мясо, рыба, молочнокислые изделия, яйца в 50–100 раз беднее на алюминий чем овощи, фрукты, ягоды (табл. 29).

Таблица 29. «Источники алюминия» [5]

Наименование продукта	Количество алюминия в мкг на 100 г продукта,	Наименование продукта	Количество алюминия в мкг на 100 г продукта,
Чай	2000	Овсяные хлопья	1970
Зерна ржи	1670	Злак сарго	1548
Зерна пшеницы	1520	Сухарики	1500
Бублики, сдоба	1500	Фисташки	1500
Мускатный орех	1500	Макароны	1500
Мука пшеничная 1 сорта	1400	Мука пшеничная 2 сорта	1220
Горох	1180	Мука высшего сорта	1050
Рисовая крупа	912	Картофель	860
Киви	815	Топинамбур	815
Свекольная ботва	815	Авокадо	815
Кольраби	815	Артишок	815
Персик	650	Фасоль	640
Капуста белокочанная	570	Манная крупа	570
Кукуруза	440	Огурцы	425
Виноград	380	Морковь	323
Чечевица	170	Яблоки	110

При употреблении продуктов, богатых на алюминий, следует учитывать, что он замедляет усвояемость аскорбиновой кислоты, пиридоксина, железа, магния, кальция и серосодержащих аминокислот. Поэтому данные соединения рекомендуется не сочетать или увеличить потребление минералов.

Нехватка алюминия

Дефицит алюминия в организме – это настолько редкое явление, что вероятность его развития сводится к нулю.

С каждым годом количество алюминия в рационе человека стремительно возрастает.

Соединение поступает с продуктами питания, водой, пищевыми добавками (сульфатами), медикаментами, иногда – с воздухом. В медицинской практике за всю историю зафиксировано несколько единичных случаев недостаточности вещества в организме человека. Таким образом, актуальной проблемой XXI века выступает скорее перенасыщение ежедневного меню элементом, чем развитием его недостаточности.

Последствия дефицита алюминия в организме:

- Общая слабость, потеря сил в конечностях.
- Замедление роста, развития детей и подростков.
- Нарушение координации движений.
- Разрушение клеток, тканей и потеря их функциональности.

Данные отклонения возникают, если человек регулярно не получает суточную норму алюминия (30-50 микрограмм). Чем скуднее рацион и меньше потребление соединения, тем интенсивнее проявляются симптомы и последствия нехватки.

Переизбыток алюминия

Повышенное содержание алюминия опасно для здоровья человека, поскольку снижается иммунитет, а порой возникают необратимые изменения в организме, которые резко сокращают продолжительность жизни.

Причины превышения допустимой нормы микроэлемента

- Работа на производстве, где воздух насыщен различными соединениями алюминия, что приводит к острым отравлениям парами. Алюминоз – профессиональное заболевание людей, работающих в металлургии.
- Проживание в местах с повышенным содержанием вещества в воздухе и окружающей среде.
- Использование алюминиевой посуды для приготовления блюд и питания из них.
- Прием медицинских препаратов с высоким содержанием алюминия. К таким лекарствам относят: антациды (фосфалюгель, маалокс), вакцины (против гепатита А, В, вируса папилломы, гемофильной, пневмококковой инфекции), некоторые антибиотики. При длительном употреблении таких препаратов, соли алюминия накапливаются в организме, вызывая передозировку. Для предотвращения данного явления в процессе терапии нужно одновременно применять желчегонные, мочегонные средства и лекарства с магнием, ионами серебра, которые выводят, угнетают действие элемента.

- Использование декоративной, профилактической косметики, в состав которых входит алюминий (дезодоранты-антиперспиранты, помада, тушь, крема, влажные салфетки).
- Острая, хроническая почечная недостаточность. Заболевание способствует накоплению и препятствует выведению солей алюминия из организма.
- Перенасыщение рациона продуктами питания, богатыми на данный микроэлемент. Изделия длительного срока хранения, упакованные в фольгу, железные банки способны накапливать много алюминия. От таких продуктов нужно отказаться. Помимо этого, сегодня зарегистрированы следующие пищевые добавки, регламентированные Госстандартом и разрешенные к использованию в производстве: E520, E521, E522/E523. Это сульфаты или соли алюминия. Несмотря на то, что всасываются они менее активно, чем соединения, поступающие с продуктами питания или медикаментами, такие вещества медленно отравляют наш организм. Наибольшее их количество сосредоточено в сладостях, консервах.
- Попадание ионов алюминия в организм с питьевой водой, которая подвергается обработке еще на водоочистой станции. В регионах, подверженных обильному выпадению кислотных дождей, для озерных, речных водоемов характерно превышение концентрации алюминия над нормой в десятки раз, что приводит к гибели моллюсков, земноводных, рыб.

Таким образом, от переизбытка алюминия в организме не застрахован никто.

Характерные признаки излишка алюминия:

- снижение гемоглобина;
- уменьшение числа эритроцитов в крови;
- кашель;
- потеря аппетита;
- нервозность;
- запоры;
- психические расстройства;
- проблемы с желудочно-кишечным трактом, почками;
- нарушения речи, ориентации в пространстве;
- помутнение рассудка;
- провалы памяти;
- конвульсии.

Последствия токсического влияния алюминия:

- Развитие остеопороза, заболевания, связанного с размягчением костной ткани, которое нарушает работу опорно-двигательного аппарата, приводит к переломам костей, возрастанию травматизма.
- Поражение головного мозга (энцефалопатии). Как следствие, развивается болезнь Альцгеймера. Данное состояние проявляется в повышенной нервозности, апатии ко всему окружающему, нарушении памяти, склонности к резким беспричинным стрессам, депрессиям. В старческом возрасте наступает прогрессирующее слабоумие.
- Дисфункция желудочного тракта, кишечника, почек.
- Дрожание головы, судороги в конечностях, развитие артрита, анемии, рахита.
- Угнетение обмена кальция, фосфора, магния, меди, железа, цинка в организме.
- Нарушение работы центральной нервной системы.
- Неадекватная выработка слюнных ферментов.
- Сокращение жизни человека.

Алюминий относится к категории иммунотоксичных микроэлементов, поэтому для сохранения здоровья нужно ежедневно следить за количеством его поступления в организм.

Способы снижения уровня алюминия в организме

- Полный отказ от использования алюминиевой посуды (тарелок, кастрюль, сковородок, форм для запекания) и употребления консервированных изделий. Горячая пища при соприкосновении со стенками емкости насыщается солями металла, из которого она сделана.
- Исключение из рациона продуктов, содержащих большое количество алюминия;
- Очищение воды от солей алюминия при помощи фильтра.
- Избавление от косметических средств, в состав которых входит алюминий.
- Насыщение рациона продуктами, содержащими магний, ионы селен, которые нейтрализуют действие алюминия.

Помимо этого, диетологи рекомендуют употреблять препараты с гидроксидом алюминия (подавляющие кислотность желудочного сока, противоязвенные и противогеморроидальные) только в экстренных случаях.

Литература

1. Алюминий. <http://megabook.ru/article/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D0%B9>.

2. Алюминий. <http://vkusnoblog.net/sostav/alyuminiy>
3. Алюминий (Al) в продуктах питания и его роль в организме человека. <http://ialive.ru/pitanie/mineraly/mikroelementy/alyuminiy-v-produk-takh-pitaniya.html>.
4. ДЕЙСТВИЕ АЛЮМИНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА. <http://www.liveinternet.ru/users/5318946/post287798759>.
5. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ АЛЮМИНИЕМ. <http://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-alyuminiem>.
6. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.3.7. Кадмий

Кадмий (Cadmium), Cd, химический элемент II группы периодической системы Менделеева; атомный номер 48, атомная масса 112,40; белый, блестящий, тяжелый, мягкий, тягучий металл [4].

Устойчив в сухом воздухе, во влажном на его поверхности образуется плёнка оксида, препятствующая дальнейшему окислению металла.

Открыт немецким профессором Фридрихом Штроемeyerом (нем. Friedrich Stromeyer; 1776–1835) в 1817. Провизоры Магдебурга при изучении оксида цинка ZnO заподозрили в нём примесь мышьяка. Штроемeyer выделил из ZnO коричнево-бурый оксид, восстановил его водородом и получил серебристо-белый металл, который получил название кадмий [3].

Штроемeyer назвал кадмий по греческому названию руды, из которой в Германии добывали цинк, – кадμεία. В свою очередь, руда получила своё название в честь Кадма, героя древнегреческой мифологии.

Среднее содержание кадмия в земной коре – 130 мг/т, в морской воде – 0,11 мкг/л. Кадмий относится к редким, рассеянным элементам: он содержится в виде изоморфной примеси во многих минералах и всегда в минералах цинка.

Кадмий не образует самостоятельных месторождений, а входит в состав руд месторождений других металлов. Относительно высоко содержание кадмия в рудах среднетемпературных свинцово-цинковых и частично медно-колчеданных месторождений.

Почва содержит 0,06 мг/кг, глина – 0,3 мг/кг [7].

Кадмий широко применяется как компонент припоев для снижения температуры их плавления, а также в ювелирном деле, для создания легкоплавких сплавов. Кадмий очень устойчив к коррозии, поэтому из него изготавливают антикоррозионные покрытия, которые защищают металл даже в морской воде. Около 20% добываемого кадмия используется в изготовлении батарей и аккумуляторов, там он используется в качестве электродов. Примерно такой же процент этого металла уходит на изготовление красок и пигментов из них. Соединения кадмия могут иметь очень яркий красный, оранжевый или желтый цвет [5].

Биологическая роль в организме человека [1, 7]

Физиологическая роль кадмия изучена недостаточно.

Роль кадмия в организме человека:

Особой необходимости в поступлении кадмия с пищей в организм человека нет. Но, конечно же, есть некоторые процессы, в которых он принимает участие.

- активация некоторых цинк зависимых ферментов: триптофан-оксигеназы, ДАЛК-дегидратазы (дегидратазы дельта аминолевулиновой кислоты), карбоксипептидазы. (при этом ферменты, активируемые только кадмием, пока не найдены);
- входит в состав белка тинтина, который, в свою очередь, способен связывать и транспортировать тяжелые металлы;
- принимает участие в метаболизме цинка, железа, меди и кальция;
- в печени синтезируется гиппуровая кислота, а кадмий играет в этом процессе небольшую роль;
- оказывает некоторое влияние на углеводный обмен.

Считалось, что организм усваивает 5% поступающего в него кадмия, а с мочой выходит 0,005% от того количества металла, что уже в нем есть. Однако некоторые медики подвергают такую модель сомнению, указывая, что им встречались случаи, когда организм усваивал и 40% поступившего в него кадмия. Более того, измерения показали, что потребление уже 1 мкг на кг в день приводит к тому, что в моче окажется 2 мкг кадмия на грамм креатинина, а неприятные эффекты проявляются и при гораздо меньшем его содержании [6].

Кадмий относится к токсичным (иммунотоксическим) микроэлементам, являясь одним из основных поллютантов окружающей среды. Его отрицательное действие на организм человека проявляется уже при очень низких концентрациях (3–300 мг в сутки). А при дозе 1–9 г возможны случаи с летальным исходом. Но в то же время кадмий относится к группе «новых» микроэлементов (кадмий, ванадий, олово, фтор) и в низких концентрациях способен стимулировать рост некоторых животных.

В организме человека содержится около 50 мг кадмия [8].

Суточная потребность организма человека – 1–5 мкг. Дефицит кадмия в организме может развиваться при недостаточном поступлении этого элемента (0,5 мкг/сутки и менее).

В организм взрослого человека в течение суток поступает 10–20 мкг кадмия. В тонком кишечнике абсорбируется менее 5% кадмия, поступившего с пищей. На всасывание кадмия существенно влияет присутствие других биоэлементов и пищевых веществ, таких как кальций, цинк, медь, пищевые волокна и др. Кадмий, поступающий в организм с вдыхаемым воздухом, усваивается значительно лучше (10–50%).

В организме человека кадмий накапливается в основном в почках, печени и двенадцатиперстной кишке. С возрастом содержание кадмия в организме увеличивается, особенно у мужчин. Средняя концентрация кадмия у мужчин и женщин составляет соответственно в почках – 44 и 29 мкг/г, в печени – 4,2 и 3,4 мкг/г, в ребрах – 0,4–0,5 мкг/г.

Кадмий выводится из организма преимущественно через кишечник. Среднесуточная скорость выведения этого элемента очень незначительна и составляет, по некоторым данным, не более 0,01% от общего количества кадмия, содержащегося в организме. Эстрогены усиливают выведение кадмия, что может быть связано с активизацией обмена меди.

Обмен кадмия в организме характеризуется следующими основными особенностями: отсутствием эффективного механизма гомеостатического контроля; длительным удержанием (кумуляцией) в организме с очень длинным периодом полувыведения (в среднем – 25 лет); преимущественным накоплением в печени и почках; интенсивным взаимодействием с другими двухвалентными металлами, как в процессе всасывания, так и на тканевом уровне.

Пищевые источники кадмия

Пищевые источники кадмия: морепродукты (особенно – мидии и устрицы, а также ламинария (морская капуста)), злаки (зерновые), листовые овощи (салат), грибы (белые грибы, вешенки, маслята, опята – особенно много кадмия накапливается в шляпках) (табл. 30).

Таблица 30. Содержание кадмия в продуктах питания [3, 5]

Продукт	Кадмий мкг в 100 г продукта
Креветки	120
Почки животных	100
Какао-порошок	50

Рыба	20
Шампиньоны	0,6-17
Рис	6
Маргарин	4,2
Белый хлеб	3
Куриные яйца	2,4
Свинина и говядина	1,6

Симптомы недостатка кадмия:

При недостаточном поступлении кадмия в организм (менее 0,5 мкг/сутки) может развиваться его дефицит. Кадмий необходим: при нарушениях ростовых процессов.

Основным, и возможно единственным, проявлением недостатка кадмия является замедление роста. Оно наблюдалось при искусственном дефиците кадмия у лабораторных животных.

Основные проблемы, связанные у человечества с кадмием, обусловлены техногенным загрязнением окружающей среды, и его токсичностью для живых организмов уже при низких концентрациях.

Синергисты и антагонисты кадмия. Сера, селен, цинк, медь, кальций и пищевые волокна замедляют усвоение кадмия. Цинк и медь способны вытеснять кадмий из организма.

Кадмий относится к иммунотоксическим элементам. Многие соединения кадмия ядовиты.

Избыток кадмия в организме [1, 2, 7]

Причины избытка кадмия: избыточное поступление (например, с табачным дымом, при производственном контакте), дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа.

Механизм токсического действия кадмия заключается, по-видимому, в связывании карбоксильных, аминных и особенно сульфгидрильных групп белковых молекул, в результате чего угнетается активность ферментных систем. Растворимые соединения кадмия после всасывания в кровь поражают центральную нервную систему, печень и почки, нарушают фосфорно-кальциевый обмен. Хроническое отравление приводит к анемии и разрушению костей.

Кадмий в норме в небольших количествах присутствует в организме здорового человека. Кадмий легко накапливается в быстроразмножающихся клетках (например, в опухолевых или половых). Он связывается с цитоплазматическим и ядерным материалом клеток и повреждает их. Он

изменяет активность многих гормонов и ферментов. Это обусловлено его способностью связывать сульфгидрильные (-SH) группы [3].

При избыточном поступлении кадмия в организм, особенно длительном, развивается хронический кадмиоз, при котором наблюдаются:

- «кадмиевый» ренит и нефропатия с характерной протеинурией,
- глюкозурия,
- аминоацидоурия,
- β 2-микроглобулинурия,
- появление в моче белка, связывающего ретинол и лизоцим,
- поражение половой системы, простатопатия с риском развития новообразований и некроза яичек;
- поражение бронхолегочной системы сопровождающееся фиброзными изменениями и повышением риска развития эмфиземы;
- увеличение возможности развития сердечно-сосудистых заболеваний;
- возрастание риска развития злокачественных образований;
- анемия, связанная со снижением всасывания железа в кишечнике и с лизисом эритроцитов;
- повышается артериальное давление;
- остеопластические и остеопорозные изменения костной ткани, что связано с нарушением абсорбции кальция в кишечнике и эндокринными расстройствами (иначе говоря, кадмий «вымывает» кальций из костей).
- неврологические симптомы (приступы головных болей, головокружения, усиление коленного рефлекса, тремор, дермографизм и др.),
- в редких случаях потеря обоняния;
- возникновением болезни итаи-итаи (характеризуется деформацией скелета с существенным уменьшением роста, наличием поясничных болей, болью в мышцах ног, утиной походкой).

Выкуривание всего одной сигареты увеличивает поступление кадмия в организм на 0,1 мкг (т.е. существенно повышает риск интоксикации кадмием). Доказана роль кадмия в индукции рака легких и рака почек у курящих.

В качестве первой помощи при остром кадмиевом отравлении рекомендуется свежий воздух, полный покой, предотвращение охлаждения. При раздражении дыхательных путей – тёплое молоко с содой, ингаляции 2 %-ным раствором NaHCO_3 . При упорном кашле – кодеин, дионин, горчичники на грудную клетку, необходима врачебная помощь. Противоядием при отравлении, вызванном приёмом внутрь кадмиевых солей, служит альбумин с карбонатом натрия [3]. От токсического действия кадмия плод

во время беременности защищает плацента, а новорожденного – грудное молоко.

Борьба с табакокурением – способ уменьшения кадмия в организме [6]

Американские, а теперь и евросоюзовские власти проводят борьбу с табакокурением. Результаты налицо: среднее содержание кадмия в моче американцев снизилось с 0,36 мкг/г в 1988 году до 0,26 мкг/г в 2008-м. Поскольку даже у заядлых курильщиков (а по американским меркам это 20 и более пачек в год) оно упало с 0,71 до 0,49, а у не курильщиков – с 0,26 до 0,19, следует предполагать, что запреты на курение в общественных местах существенно уменьшили эффекты от пассивного потребления табачного дыма. С учетом приведенных выше данных о вредности микродоз кадмия, такие запреты кажутся самым легко осуществимым и весьма значимым вкладом в общественное здоровье. Стоило бы также ужесточить требования к выбросам заводов цветной металлургии, котельных и автомобилей, а заодно сделать так, чтобы из-под колес, «обутых» в резину, летело меньше вредной пыли.

Литература

1. Кадмий. <http://am-am.su/497-kadmiy.html>.
2. Кадмий. <http://eat-info.ru/references/pollutants/kadmiy>.
3. Кадмий. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D0%B8%D0%B9>.
4. Кадмий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=48>.
5. Кадмий в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1653-kadmij-v-organizme-cheloveka.html>.
6. Кадмий: факты и фактики А. Мотыляев «Химия и жизнь» №9, 2013. http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/432121/Kadmiy_fakty_i_faktiki.
7. Кадмий (Cd) Убийца иммунитета или стимулятор роста? <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/kadmiy-ubijtsa-immuniteta-ili-stimulator-rosta>.
8. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.3.8. Церий

Церий (Ce) – принадлежит к группе лантаноидов. Он проявляет высокую химическую активность. На воздухе образует соединения с углеродом [1].

Церий является элементом №58 Таблицы Д.И. Менделеева с атомным весом 140,12. Содержится в земной коре $7 \times 10^{-3}\%$ по массе [8].

Церий назвали в честь Цереры – самого большого из астероидов. И этот элемент из химических «астероидов» оказался самым «большим» – самым распространенным, получаемым в наибольших количествах и самым важным, по крайней мере сегодня [5].

Цериевая земля открыта в 1803 г., в чистом виде ее первым получил Карл Густав Мосандер (швед. Carl Gustaf Mosander; 1797—1858) в 1839 г., но лишь в 1875 г. впервые получен металлический церий. Сделал это американский химик Уильям Фрэнсис Гиллебранд (William Francis Hillebrand; 1853–1925), работавший вместе со своим помощником Томасом Нортон (Thomas Herbert Norton; 1851-1941)). Церий получили при электролизе тщательно очищенного четыреххлористого церия $CeCl_4$. Он оказался светлым металлом, похожим на лантан, и таким же обыкновенным, как лантан

Нынешнее кино – и съемка и демонстрация фильмов – не обходится без ярких дуговых ламп. Чтобы сделать их свет еще ярче, в состав углей, между которыми вспыхивает дуга, вводят трифторид церия CeF_3 .

Есть еще одна давняя область применения элемента церия. Даже современная газовая зажигалка не может работать без кремния. Но в зажигалках работают не те темно-рыжие камешки, из которых высекают искры мальчишки. Кремни, которые мы покупаем в табачных киосках, это хрупкие светлые столбики из пиррофорного сплава железа с редкоземельными металлами, среди которых больше всего церия. Тот же сплав работает в трассирующих снарядах. Сделанная из него специальная насадка надета на снаряд снаружи, а роль рифленого металлического диска, высекающего искру, здесь играет воздух. При больших скоростях трение насадки о воздух заставляет пиррофорный сплав искрить. Церий используют в производстве пиррофорных сплавов, в черной металлургии, он является компонентом ферроцерия. В химической и нефтяной промышленности двуокись церия CeO_2 используют как катализатор. Оксид церия CeO_2 используют при полировке оптических стекол, он входит в состав некоторых стекол и керамик.

Известно несколько радиоактивных изотопов с массовыми числами: 133–135, 137, 139, 141–146. Большинство из них образуется при делении урана, плутония и тория [6].

В организме человека около 40 мг церия [1, 2].

Биологическая роль церия изучена недостаточно. Известно, что церий в организме человека способен накапливать химические вещества, поступающие из внешней среды, поэтому он и его соединения принято считать условно-токсическими веществами [1].

Содержание в крови – $< 0,002$ мг/л; в костной ткани – $2,7 \times 10^{-4}$ [4].

Пищевые источники церия

В 100 г овощей церия содержится от 0,2 до 5 мкг церия. Церия [3].

В медицине используются препараты церия, которые оказывают противорвотное, успокаивающее, противовоспалительное и противозудное действие [1].

Кроме того изотопы Ce^{141} и Ce^{143} широко используют как источники излучения и при токсикологических исследованиях; Ce^{144} применяется в медицине как аппликатор [6].

При ядерных взрывах изотопы церия поступают в воздух, почву и воду. В организм человека радиоактивный церий может проникать через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и через неповрежденную кожу. Всасывание его в желудочно-кишечный тракт очень незначительное (0,05%). Через легкие радиоактивный церий всасывается в значительно большем количестве – от 7,28 до 9,49%. Всасывание Ce^{144} через кожу происходит в первые часы после попадания. Через 6 часов в скелет поступает 0,02%, в печени содержится 0,002%, в мышцах – 0,12%. Радиоактивный церий проходит через плаценту и выделяется с молоком.

Наибольшие количества введенного изотопа обнаруживаются в печени (40–50%) и скелете (7–35%). Радиоактивный церий выделяется из организма с фекалиями и в незначительных количествах – с мочой.

Клиническая картина острого поражения животных Ce^{144} характеризуется панмиелофтизом, геморрагическим синдромом, поражением желудочно-кишечного тракта, дегенеративно-некробиотическими изменениями паренхиматозных органов.

В подострой стадии поражения наряду с патологической регенерацией кроветворения развиваются дистрофические изменения внутренних органов и цирроз печени. У половины подопытных крыс и кроликов развиваются остеосаркомы и опухоли гипофиза, надпочечников, яичников, молочной и щитовидной желез, лейкозы и др. Нередко возникают опухоли в желудочно-кишечном тракте и почках. Поражение диагностируют по β -излучению выделений и крови. Ускорение выведения из организма Ce^{144} осуществляют введением пентацина (лучше внутривенно).

Предельно допустимые концентрации Ce^{144} в воде – $3 \cdot 10^{-9}$ кюри/л, в воздухе рабочих помещений – $6 \cdot 10^{-13}$ кюри/л, в воздухе населенных пунктов – $6 \cdot 10^{-14}$ кюри/л.

Литература

1. Анализ волос: церий. https://www.analizy-sochi.ru/analizy/analiz_volos_cerij.html.
2. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
3. РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ. <http://toxi.dyndns.org/base/nonorganic/TR.htm>.
4. Химические элементы в организме человека. Справочные материалы. Под общей редакцией Л.В. Морозовой. Архангельск. Приморский государственный университет им. М.В. Ломоносова 2001, 41. <http://narfu.ru/university/library/books/0709.pdf>.
5. Церий. <http://n-t.ru/ri/ps/pb058.htm>.
6. Церий. <http://www.medical-enc.ru/22/cerium.shtml>.
7. Энциклопедический словарь церий это: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/62865/%D1%86%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9>.

1.3.9. Барий

Барий (лат. *Baryum*), Ba, химический элемент II группы периодической системы Менделеева, атомный номер 56, атомная масса 137,34; серебристо-белый металл. При ядерном делении урана и плутония образуется радиоактивный изотоп ^{140}Ba , используемый как радиоактивный индикатор. Барий был открыт шведским химиком Карлом Вильгельмом Шеёле (швед. Carl Wilhelm Scheele; 1742—1786) в 1774 году в виде оксида BaO, названной «тяжелой землей», или баритом (от греч. *barus* -тяжелый). Металлический Барий (в виде амальгамы) получил английский химик Сэр Гемфри Дэви (или Хэмфри Дэви, англ. Humphry Davy; 1778—1829) в 1808 году электролизом влажного гидроксида Ba(OH)₂ с ртутным катодом. Содержание Бария в земной коре 0,05% по массе [2].

Он был назван барием – «тяжелым», от греческого «*barus*». Сегодня барий относится к легким металлам, но среди них он действительно самый тяжелый, так что название свое вполне оправдывает [6].

Барий – это щелочноземельный металл, мягкий и слегка вязкий. В природе он не встречается в чистом виде, и при необходимости его выделяют из соединений – карбонатов, сульфатов, силикатов; и минералов, в основном тяжёлого шпата, или барита. Содержится барий и в воде, а также в живых организмах – некоторых растениях и тканях животных.

Барий, а также его сплавы с магнием и алюминием применяют в технике высокого вакуума в качестве поглотителя остаточных газов (геттера). В небольших количествах Барий применяют в металлургии меди и свинца для их раскисления, очистки от серы и газов. В некоторые антифрикционные материалы добавляют незначительное количество Бария. Так, добавка Бария к свинцу заметно увеличивает твердость сплава, применяемого для типографских шрифтов. Сплавы Барий с никелем применяют при изготовлении электродов запальных свечей двигателей и в радиолампах [2].

Широко применяются соединения Бария. Пероксид BaO_2 служит для получения пероксида водорода, для отбеливания шелка и растительных волокон, как дезинфицирующее средство и как один из компонентов запальных смесей в алюминотермии. Сульфидом BaS удаляют волосной покров со шкур. Перхлорат $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$ – один из лучших осушителей. Нитрат $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ используют в пиротехнике. Окрашенные соли Бария – хромат BaCrO_4 (желтый) и манганат BaMnO_4 (зеленый) – хорошие пигменты при изготовлении красок. Платиноцианатом Бария $\text{Ba}[\text{Pt}(\text{CN})_4]$ покрывают экраны при работе с рентгеновским и радиоактивным излучением (в кристаллах этой соли под действием излучений возбуждается яркая желто-зеленая флуоресценция). Титанат Бария BaTiO_3 – один из наиболее важных сегнетоэлектриков. Поскольку Барий хорошо поглощает рентгеновские лучи и гамма-излучение, его вводят в состав защитных материалов в рентгеновских установках и ядерных реакторах. Соединения Бария являются инертными носителями при извлечении радия из урановых руд. Нерастворимый сульфат Бария нетоксичен и применяется как контрастная масса при рентгенологическом исследовании желудочно-кишечного тракта. Карбонат Бария используется для уничтожения грызунов [2].

Барий относится к токсичным микроэлементам и не входит в число жизненно важных микроэлементов. В организме человека оказывает выраженное влияние на гладкие мышцы [7].

Содержание бария в организме взрослого человека составляет около 22 мг [8].

Суточная потребность организма человека в барии не установлена, среднесуточное поступление находится в пределах 0,3–1 мг.

Чтобы получить токсическое отравление таким микроэлементом достаточно 200 мг, а для летального исхода доза составляет 3,7 г. Чтобы определить, сколько бария в крови человека нужно исследовать его воло-

сы, кровь и взять анализ мочи. Средние показатели вместимости бария должны быть в таких пределах [1]:

- для волос 0,2-1,0 мкг/л;
- для плазмы крови 50-90 мкг/л;
- для мочи 1,5-5 мкг/л.

Всасываемость растворимых солей бария в желудочно-кишечном тракте составляет около 10%, иногда этот показатель доходит до 30%. В дыхательных путях резорбция достигает 60-80%. Содержание бария в плазме крови изменяется параллельно изменениям концентрации кальция. В незначительных количествах барий находится во всех органах и тканях, однако всего его больше в головном мозге, мышцах, селезенке и хрусталике глаза. Около 90% всего содержащегося в организме бария концентрируется в костях и зубах [3, 9]. Органы, в которых много кальция, содержат и много бария. При удалении околощитовидной железы в сыворотке крови снижается уровень кальция и бария.

Биологическая роль бария в организме человека [7]

Даже в ничтожных концентрациях барий оказывает выраженное влияние на гладкие мышцы (в малых концентрациях расслабляет их, в больших – вызывает сокращение).

Это связано, в первую очередь, со стимуляцией большими дозами бария выхода ацетилхолина и таким образом усилением мышечных сокращений, перистальтики кишечника, артериальной гипертензии, фибрилляции мышц, и нарушениям кардиальной проводимости.

Всасывание бария из желудочно-кишечного тракта зависит от растворимости его соединения, которая за исключением бария сульфата, увеличивается с уменьшением рН. При попадании соединений бария в легкие в виде пыли или аэрозоля он хорошо проникает через базальную мембрану. Плохо растворимые соединения могут накапливаться в легких.

Влияние бария на организм:

- Соединения бария снижают проницаемость калиевых каналов. Уровень внеклеточного калия уменьшается, в то время как внутриклеточного калия увеличивается.
- Под действием бария отмечается деполяризация клеточных мембран, затем выраженная гипокалиемия, понижаются мембранные потенциалы, не развивается реполяризация мембран.
- Барий стимулирует секрецию инсулина, приводя к гипогликемии.
- Повышает уровень адреналина в крови.
- Увеличивает проницаемость капилляров, что может сопровождаться кровоизлияниями и отеками.

- При ишемической болезни сердца, хронической коронарной недостаточности, заболеваниях органов пищеварения содержание бария в тканях снижается.

Барий необходим: при ишемической болезни сердца, хронической коронарной недостаточности, заболеваниях органов пищеварения. Кроме того, барий производит уплотняющее действие на ткани, и это действие используют для лечения гипертрофированных желез.

Пищевые источники бария

Некоторые морские обитатели способны накапливать барий из окружающей воды, причем в концентрациях, в 7–100 (а для некоторых морских растений – до 1000) раз, превышающих его содержание в морской воде. Некоторые растения (орех бразильский, соевые бобы и томаты, например) также способны накапливать барий из почвы. Однако, в районах, где концентрация бария в воде высока, питьевая вода также может внести вклад в суммарное потребление бария.

Синергисты и антагонисты бария

Барий по своим свойствам близок к кальцию, который в основном находится в составе костной ткани, поэтому ионы бария могут замещать кальций в костях. При этом наблюдаются случаи как синергизма, так и антагонизма.

Признаки недостаточности бария

Достоверные данные о клинических проявлениях, вызванных дефицитом бария, отсутствуют.

Симптомы отравления барием

Барий относят к токсичным микроэлементам, однако этот элемент не считается мутагенным или канцерогенным. Растворимые соединения бария высокотоксичны, используются как родентициды; бария сульфат нетоксичен и используется в рентгенологии.

Барий оказывает нейротоксическое, кардиотоксическое и гемо токсическое действие.

- Гипертензия, преждевременные сокращения желудочков сердца, вентрикулярная тахикардия, фибрилляции желудочков и асистолия.
- Отмечается истечения из глаз, мидриаз, саливация, тошнота, рвота.
- Болезненность брюшной стенки, диарея, нарушение акта глотания.

- Мышечные фибрилляции, учащенное дыхание, отек легких, тонические, клонические судороги и паралич.
- Гипокалиемия и гипофосфатемия, метаболический ацидоз и гипогликемия.

Избыточное поступление бария в организм человека может быть связано с проживанием в местности, где почва богата растворимыми соединениями этого металла, которые попадают в растения. Понятно, что проблема возникает только тогда, когда человек употребляет овощи и фрукты, выращенные в районе с повышенным содержанием в почве бария. В таком случае барий начинает составлять серьезную конкуренцию содержащему в костях кальцию, вытесняя его, что приводит к развитию т.н. урвской болезни, при которой в организме наблюдается серьезный дефицит кальция с соответствующими последствиями – остеопорозом, заболеваниями суставов, деформацией скелета и т.п. При отравлении барием дополнительно поражаются печень, нервная система, сердце и другие органы, резко ухудшаются биохимические показатели крови [5].

Основные проявления избытка бария [5, 7]:

- мышечные спазмы,
- расстройства координации движений и мозговой деятельности;
- жжение во рту и пищеводе;
- обильное слюноотделение,
- тошнота,
- рвота,
- кишечные колики;
- диарея,
- головокружение,
- шум в ушах,
- бледность кожных покровов,
- обильный холодный пот;
- слабость пульса,
- брадикардия,
- экстрасистолия.

При хроническом отравлении барием развивается такое фиброзное заболевание легких, как баритоз (пневмокониоз), вызванное длительным вдыханием производственной пыли соединений бария. Появляется сухой кашель, прогрессирующая одышка, в соединительной ткани возникают утолщения и рубцы. Затем к этим проявлениям присоединяются признаки легочной недостаточности и такие осложнения, как пневмонии, бронхиты, туберкулез. Встречается у рабочих угольной, горнодобывающей, машиностроительной и некоторых других промышленных отраслей, строителей,

а также в сельском хозяйстве. На производстве инсектицидов, в процессе обработки древесины и др. применяется фторид бария. Исследования подтвердили, что в тех сельских местностях, где для обработки от вредителей применяются соединения бария, жители чаще страдают от лейкоза. Для всех случаев отравления барием характерно развитие сильной мышечной слабости и появление мышечных спазмов [4].

Лечение отравлений барием [7]

- Промывают желудок 1%-ным раствором натрия или магния сульфата с последующим назначением солевых слабительных.
- Внутривенно вводят 10%-ный раствор натрия сульфата в дозе 0,2 мл/кг (0,02 г/кг), каждые 15 минут до исчезновения клинических признаков отравления. Однако при этом может наступить острая почечная недостаточность от осаждения бария сульфата в почках.
- Для предотвращения вероятного осложнения форсируют диурез: внутривенно вводят солевые плазмозаменяющие растворы в дозе 20 мл/кг, с последующим назначением фуросемида в дозе 0,001-0,01 г/кг.
- Тетацин-кальций.
- 40% раствор глюкозы.
- Изотонический раствор натрия хлорида.
- При брадикардии: атропина сульфат внутривенно с глюкозой.
- При нарушениях ритма сердца внутривенно вводят калия хлорид в виде 0,5% раствора на 10% растворе глюкозы со скоростью 40,0 мл/мин, в дозе 1г/13,4-26,8кг, при необходимости введение повторяют.
- Кордиамин.
- Кофеин-бензоат натрия.
- Витамины В₁ и В₆.
- Антигистаминные.
- Анальгетики.
- Спазмолитики.
- С целью предотвращения нарастания нарушений ритма и проводимости сердца: глюкокортикостероиды и витамин Е.
- Противопоказаны препараты кальция и сердечные гликозиды.

Литература

1. Барий. <http://eat4fit.ru/mineraly/60-barij>.
2. Барий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=56>.
3. Барий. <https://www.smed.ru/guides/220/>.
4. Барий в организме: роль, значение, барий в продуктах, потребность, нехватка и избыток. <http://samodiagnostik.ru/barium.htm>.

5. Барий в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1658-barij-v-organizme-cheloveka.html>.
6. Барий в продуктах питания. http://uclg.ru/education/biologiya/vitaminy_i_mineraly/mineralyi/lecture_lec_bariy_v_produkтах_pitaniya.html.
7. Барий (Ba). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/barij-mag-dlya-gladdkikh-myshts>.
8. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
9. Роль металлов в организме человека. Барий. <http://cf.ppt-online.org/files/slide/l/LiESDy8BgwdlWq4OUIXbrtG0P9YQusHJhfczan/slide-39.jpg>.

1.3.10. Олово

Олово является элементом XIV группы V периода периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева, имеет атомный номер 50 и атомную массу 118,710. Принятое обозначение – Sn (от латинского stannum) [6].

Когда человек впервые познакомился с оловом точно сказать нельзя. Олово и его сплавы известны человечеству с древнейших времен. Упоминание об олове есть в ранних книгах Ветхого Завета. Сплавы олова с медью, так называемые оловянные бронзы, по-видимому, стали использоваться более чем за 4000 лет до нашей эры. А с самим металлическим оловом человек познакомился значительно позже, примерно около 800 года до нашей эры. Из чистого олова в древности изготавливали посуду и украшения, очень широко применяли изделия из бронзы [3].

Олово представляет из себя мягкий металл серебристо-белого цвета. Он является немаловажным микроэлементом, который влияет на процесс роста и правильного формирования костной ткани, а также воздействует на активность определенных ферментов. Олово считается редким элементом и рассеяно в природе и по распространенности среди химических элементов в земной коре оно находится только на 47-м месте. Концентрация олова в земной коре до сих пор точно не определена и по разным оценкам составляет от $2 \cdot 10^{-4}$ до $8 \cdot 10^{-3}\%$ по массе, то есть разброс оценок составляет 40 раз [4].

Важное применение олова – лужение железа и получение белой жести, которая используется в консервной промышленности. Для этих целей расходуется около 33% всего добываемого олова. До 60% производимого олова используется в виде сплавов с медью, медью и цинком, медью и сурьмой (подшипниковый сплав, или баббит), с цинком (упаковочная фольга) и в виде оловянно-свинцовых и оловянно-цинковых припоев. Олово способно прокатываться в тонкую фольгу – станиоль, такая фольга находит применение при производстве конденсаторов, органических труб, посуды, художественных изделий. Олово применяют для нанесения защитных покрытий на железо и другие металлы, а также на металлические изделия (лужение). Дисульфид олова SnS_2 применяют в составе красок, имитирующих позолоту («сусальное золото»). Искусственный радионуклид олова ^{119}Sn – источник гамма-излучения в мессбауэровской спектроскопии [3].

В организме человека содержится около 20 мг олова [8].

Олово, как один из металлов, не считается вредным, не обладает токсичными свойствами и очень часто используется в пищевой промышленности. Но вот что касается взаимоотношений олова и организма человека, то здесь точного ответа дать нельзя. Необходимость и роль этого вещества еще до конца не изучена [2].

Биологическая роль олова [1, 2]

На данный момент известны лишь такие факты:

- стимулирует организм расти и развиваться быстрее;
- является одним из составляющих желудочного фермента гастрина;
- воздействует на активность флавиновых ферментов (биокатализаторы некоторых окислительно-восстановительных реакций в организме);
- поддерживает развитие опорно-двигательного аппарата.

Олово может быть как помощником иммунной системы, укрепляя ее, так и наоборот тормозить защитный процесс. Противоречивое влияние ведет к тому, что без рекомендаций врача принимать этого микроэлемент запрещено. К тому же, врач может выписать препараты, содержащие олово, только после тщательного осмотра и проведенных анализов.

Это вещество существует в организме в виде растворимых жировых солей.

Больше всего олова в организме человека содержат:

- скелет;
- тонкий кишечник;
- почки;
- сердечная мышца.

В костях человека его содержится больше всего – 0,8 мкг/г.

Суточная доза олова

Каждый день в организм здорового взрослого человека поступает около 50 мкг олова. Это количество он получает во время приема пищи, дыхания и с водой. В организме остается всего около 3 – 5% олова, которое всасываются в желудочно-кишечном тракте. Остальное количество выводится из организма естественным путем. Организму для нормального функционирования необходимо порядка 2 – 10 мкг олова в день.

Взаимодействие с другими веществами

Олово не «контактное» вещество, поэтому тесной связи, как положительной, так и отрицательной в организме человека он не обнаруживает.

Это вещество взаимодействует лишь с медью и цинком, а вернее олово препятствует усвоению этих элементов. Обратная реакция на олово со стороны цинка и меди тоже имеет место.

Таблица 31. Содержание олова в продуктах [2, 5]

Продукт	Олово мкг в 100 г продукта	Продукт	Олово мкг в 100 г продукта
Говяжья вырезка	75,7	Говяжья грудинка	75,7
Свинина (ококор)	75	Свинина (рулька, ноги)	75
Дичь	75	Фисташки	35
Сдоба	35	Сухарики	35
Свиная шея, корейка	30	Свиная вырезка	30
Кукуруза	28,9	Рожь	26,5
Кукурузные хлопья и крупа	19,6	Горошек зелёный	16,2
Молоко стерилизованное	15	Молоко топленое	13
Творожная масса	13	Сухие сливки	13
Варенец	13	Просо, пшено	9,8
Говяжий язык	9	Орехи кедровые	2,9

Кроме того, олово входит в состав зеленого горошка, кукурузы, картофеля, семечек подсолнечника. Также этот микроэлемент поступает в организм с водой и воздухом.

Дефицит олова [1]

Если организм человека ежедневно будет получать олова извне менее, чем 1мг, то может образоваться его дефицит. Были выявлены проблемы, которые могут возникнуть при недостатке этого вещества:

- нарушение минерального баланса внутренних органов;
- понижается чувствительность органов слуха;
- снижение аппетита и как следствие потеря веса;
- начинается процесс торможения роста;
- развитие алопеции (частичное или полное патологическое выпадение волос).

Избыток олова [1, 6]

К слишком опасным и сверх токсичным элементам олово не относится, но доза в 2 грамма все таки является вредной для организма человека. Смертельна норма этого микроэлемента неизвестна, не смотря на то, что информации о повышенном олове в организме гораздо больше, чем о недостаточном уровне.

В первую очередь олово накапливается в следующих органах и тканях человека:

- мышечная ткань;
- кости;
- почки;
- печень.

Если организм впитывает олово и его соединения длительное время, то возникает опасность таких заболеваний:

- заболевания печени;
- анемия;
- заболевание дыхательных путей;
- нервные расстройства, депрессии.

Риску токсичного отравлению оловом подвержены многие работники на производстве линолеума и пластмассы. Высокие токсичные свойства олова выражаются во время плавления. При поглощении таких паров и пыли на протяжении долгого времени у работников появляется серьезная опасность развития заболеваний легких.

Если хранить олово в правильных условиях и при правильной температуре, то токсичное действие не выделяется.

Источником повышенного содержания олова в организме могут стать пыль и пары выхлопных газов автомобилей. Именно поэтому, люди, жилье которых находится рядом с трассами, подвержены повышенной опасности передозировки олова и дальнейшим неприятностям, возникающим в организме. Таким людям нужно тщательнее выбирать продукты питания,

делая акцент на продукты растительного происхождения, которые хорошо поглощают олово, помогая выводить его из организма. В то же время, благодаря свойству поглощать олово, например, ягоды брусники и черники, которые собраны на расстоянии менее 25 км от трассы, накапливают в себе около 40 мг олова на килограмм (тогда как медицински безопасная норма составляет 2 мг на килограмм.)

Повышенный уровень этого микроэлемента в организме человека сопровождается такими симптомами:

- привкус металла во рту;
- частые мигрени и головокружение;
- воспаления, язвы на коже;
- ухудшение работы органов зрения;
- тяжелый кашель с одышкой и мокротой;
- изменение нормального размера печени;
- болезненные ощущения в желудке;
- рвота;
- диарея;
- снижение аппетита;
- повышенный белковый обмен в крови;
- гипергликемия;
- низкий уровень меди и цинка;
- анемия;
- высокий уровень возбудимости и агрессивное поведение у детей.

Детям и людям пожилого возраста хватает даже очень малой дозы олова, которая может стать летальной. Но не стоит забывать, что разные люди, в зависимости от возраста, массы тела и пола, реагируют на избыток этого микроэлемента по-разному. При наличии избытка олова в организме необходимо употреблять продукты с повышенным содержанием цинка и меди.

При отравлении оловом применяют яичный белок, сахар, цельное (не порошковое) свежее молоко [7].

Литература

1. Олово.<http://am-am.su/423-olovo.html>.
2. Олово.<http://eat4fit.ru/mineraly/44-olovo>.
3. Олово.<http://megabook.ru/article/%D0%9E%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE>.
4. Олово в организме человека.<http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1654-olovo-v-organizme-cheloveka.html>.
5. Олово. (Sn)<http://ktoikak.com/olovo-sn>.
6. Олово (Snlaserlow@yandex.ru, Stannum).<http://www.calorizator.ru/element/sn>.

7. Олово (Sn, Stannum).<http://www.calorizator.ru/element/sn>.
8. Отравления. Лечение отравлений.<http://www.bibliotekar.ru/415/56.htm>.
9. Распространённость химических элементов в человеческом организме.
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.3.11. Иод

Иод (лат. Iodum), I, химический элемент VII группы периодической системы Менделеева, относится к галогенам (в литературе встречается также устаревшее название Йод и символ J); атомный номер 53, атомная масса 126,9045 [3].

Иод – довольно редкий химический элемент. Его концентрация в земной коре составляет всего лишь $4 \cdot 10^{-5}\%$, причем встречается он преимущественно в рассеянном виде. В водах Мирового океана содержание иода составляет около 20–30 мг/т. Он присутствует практически во всех живых организмах, но самые высокие его концентрации обнаружены в морских водорослях [7].

Впервые иод был открыт в 1811 году французским химиком Бернаром Куртуа (фр. Bernard Courtois; 1777–1838), обнаружившем его в золе морских водорослей. С 1815 года Жозеф Луи Гей-Люссак (фр. Joseph Louis Gay-Lussac; 1778–1850) стал рассматривать иод как химический элемент.

При обычных условиях иод – это твердое химическое вещество, кристаллы от черно-серого до темно-фиолетового цвета, имеющие слабый металлический блеск и специфический запах. Современное научное название йода – иод. Название элемента было изменено в 1950-х годах Международным союзом общей и прикладной химии, символ J в элементе был изменен на I.

Иод и его соединения применяют главным образом в медицине и в аналитической химии, а также в органическом синтезе и фотографии [3].

Биологическая роль иода [4, 5, 12]

Иод в организме человека – очень важный элемент, без которого наш организм не сможет нормально развиваться. В организме человека его содержится около 20 мг [11].

Больше половины йода массы находится в щитовидной железе, около 10⁻⁵% сконцентрировано в крови. Несмотря на малое количество йода в организме, его значение очень велико. 90% йода человек получает с пищей, а остальные 10% – с воздухом и водой. В литре обычной питьевой воды содержится до 15 мкг йода. В чистом виде одной чайной ложки йода хватит вам на 75 лет жизни [13]!

Суточная потребность в йоде по данным ВОЗ:

- Дети до года 90 мкг
- Дети 2-6 лет 110 – 130 мкг
- Дети 7-12 лет 130 – 150 мкг
- Подростки и взрослые 150 – 200 мкг
- Беременные и кормящие женщины 250 – 300 мкг

Суточная доза йода 150-200 мкг обеспечивает нормальную выработку гормонов в щитовидной железе, контролирующей жировой и углеводный обмен, мышечную и нервную системы, а также температуру нашего тела.

Иод является структурным компонентом гормонов щитовидной железы – тироксина Т4 и трийодтиронина Т3. Предшественником Т4 и Т3, являющихся низкомолекулярными веществами, является йодированный белок щитовидной железы – тиреоглобулин, ограниченный протеолиз которого приводит к образованию Т4. Т3 образуется из Т4 в процессе дейодирования под влиянием Se-зависимой дейодиназы. Таким образом, иод и селен метаболически тесно связаны – иод в организме не функционирует без селена.

Кроме того, иод задействован в формировании фагоцитов, удаляющих из организма поврежденные и чужеродные клетки.

При недостатке йода в организме возможны сложные психические осложнения и осложнение умственного развития, обмена веществ, развитие онкологических заболеваний. Иод задействован в синтезе белка, образовании костно-хрящевых тканей и стимулирует работоспособность и умственные возможности человека.

Уровень йода в организме человека влияет на работу нашей нервной системы, на сжигание жира в организме, на обмен веществ, а также на состояние кожи, волос, ногтей и зубов.

При недостатке йода ослабевает умственное и физическое развитие человека, возникает эндемический зоб.

Иод в организме человека принимает участие в регуляции:

- входит в состав гормонов щитовидной железы (тиреоидных гормонов и тиреотропного гормона), поэтому необходим для их синтеза;
- роста и развития организма;
- энергетического обмена, температуры тела;
- скорости биохимических реакций;

- обмена белков, жиров, водно-электролитного обмена;
- метаболизма ряда витаминов;
- процессов роста и развития организма, включая нервно-психическое развитие;
- нормального функционирования нервной системы;
- повышает потребления кислорода тканями.
- очищения крови от микроорганизмов, уничтожая нестойких микробов, попавших в кровь;
- повышения умственных способностей.
- уменьшения раздражительности;
- здоровья зубов, кожи, ногтей, волос.

Йодсодержащие продукты должны быть в рационе каждого.

Таблица 32. Йод в продуктах питания [4, 10, 14, 15]

Продукт	Содержание йода в мкг на 100 г продукта	Продукт	Содержание йода в мкг на 100 г продукта
Морские водоросли	450	Морская капуста	430
Хек серебристый	430	Кедровый орех	400
Печень трески	370	Лосось	260
Пикша	245	Пресноводная рыба (сырая)	243
Сайда	200	Лосось	200
Камбала	190	Креветки свежие	190
Морской окунь	145	Макрель копченая	145
Треска	130	Креветки вареные	110
Макрель свежая	100	Сельдь свежая	92
Сельдь соленая	77	Пресноводная рыба (приготовленная)	74
Устрицы сырые	60	Фельд салат	60
Ветчинная колбаса	54	Копченое рыбное филе	43
Хлеб (специальный)	до 31	Замороженное рыбное филе	27

Атлантические сардины в масле	27	Овес	20
Шампиньоны	18	Плавленые сыры (с добавками)	до 18
Яйца (1шт, около 50 г)	до 18	Свинина	16,7
Цельное молоко	до 19	Молоко полужирное	до 17
Молоко маложирное	до 15	Масло сливочное	9
Зелень (вообще)	до 15	Брокколи	15
Фасоль	12,5	Шпинат	12
Говядина	11,5	Креветки жареные	11
Молочные продукты	до 11	Твердые сыры (Эдам)	11
Горох	10,5	Пшеничная мука	до 10
Молоко сгущённое	9,9	Масло сливочное	9
Сливки 20% жирности	9	Хлеб обычный	9
Рожь	8,3	Соя	8,2
Редис	8	Виноград	8
Огурцы	3-8	Сметана 30% жирности	7
Свекла	6,8	Морковь	6,5
Капуста	6,5	Печень говяжья	6,3
Курица	6	Картофель	5,8
Шоколад молочный	5,5	Лук зелёный	5
Сом	5	Судак	5
Гречка	3,5	Фрукты	2
Сосиски	2	Рогалик обыкновенный	2

Для максимального долгого сохранения иода в продуктах надо соблюдать правила их хранения и обработки. При сильном кипении из мяса и рыбы выходит около 50% иода, а из овощей и фруктов 30%, из молока выходит 25% иода. И все же самым эффективным и распространенным способом получения иода в организм – это употребление йодированной пищевой соли.

Как правильно пользоваться йодированной солью:

- лучше добавлять соль в блюдо перед употреблением, а не во время приготовления, так как при нагревании йод почти полностью испарится из блюда;
- не использовать йодированную соль для квашения или засолки, так как соленья могут горчить или забродят;
- йодированная соль может сохранять свои свойства только в первые 3-4 месяца после изготовления, поэтому надо смотреть на дату изготовления на упаковке;
- хранить соль надо в сухом закрытом месте, иначе йод испарится.

Нехватка йода в организме, симптомы [2, 4, 5, 7, 10, 15]

Дефицит йода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг. В мире от дефицита йода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России. Дефицит йода ведет к серьезным сбоям всех систем организма. В областях с выраженным дефицитом йода в организме средний показатель умственного развития на 20% ниже. Каждому нужно следить за содержанием йода в организме, и это особенно важно для детей и беременных.

Причины недостатка йода в организме:

- Неудовлетворительное количество поступления микроэлемента с продуктами питания.
- Низкий уровень или даже полное отсутствие йодной профилактики в регионах с недостаточным его содержанием в пище и источниках водоснабжения.
- Незначительное потребление морепродуктовлюдьми.
- Отсутствие йодной профилактики в йод дефицитныхрегионах.
- Наличие в рационе питания факторов, которые препятствуют усвоению и утилизации йода (прием избыточного количества брома, железа, марганца, свинца, кальция, хлора, кобальта).
- Прием лекарственных средств, которые затрудняют усвоение и утилизацию йода (карбоната лития).
- Нарушение обмена йода вследствие заболеваний щитовидной железы.
- Увеличение радиационного фона.
- Загрязнение среды обитания.
- Аллергические реакции на продукты, содержащие йод или его соединения.
- Употребление хлорированной воды и фторсодержащих и бром содержащих препаратов уменьшают количество йода в организме человека.

• Иод также плохо сочетается с цветной, краснокочанной капустой, репой, редисом, горчицей, соей и брюквой. Особые вещества, которые содержатся в этих продуктах питания, блокируют его усвоение. Вместе с тем марганец, кобальт, селен и медь ускоряют усвоение иода.

Нехватка иода в организме вызывает:

- гипотиреоз (крайние проявления у детей – кретинизм, у взрослых – микседема);
- снижение основного обмена, температуры тела;
- упадок сил, снижение работоспособности, сонливость, развитие отеков конечностей, туловища, лица;
- повышение уровня холестерина;
- общую слабость, повышенную утомляемость;
- сбои в менструальном цикле у девушек;
- врожденное уродство плода;
- рождение мертвых детей;
- бесплодие;
- повышенная смертность в перинатальный период;
- снижение полового влечения мужчин;
- кретинизм: у эмбриона развиваются физические, неврологические, умственные дефекты кретинизма при дефиците иода в первые 6 месяцев беременности матери, что возможно предотвратить помощью проведенной в срок иодизацией матери;
- умственную отсталость;
- риск развития рака щитовидной железы;
- снижение физических и интеллектуальных возможностей;
- апатия, головные боли;
- повышение артериального давления и уровня холестерина в крови;
- снижение частоты сердечных сокращений до 50-60 ударов в минуту;
- ослабление иммунитета;
- сильную усталость;
- повышение раздражительности;
- неполную функцию щитовидной железы;
- эндемический зоб;
- ослабление памяти, слуха и зрения;
- глухонмота;
- различные виды параличей;
- конъюнктивит;
- сухость кожи и слизистых оболочек;
- хронические запоры;
- резкие скачки массы тела.

Обычно прием препаратов, содержащих иод, рекомендуется [6]: в период планирования беременности;

- во время вынашивания и грудного вскармливания ребенка;
- новорожденным, матери которых страдают от недостатка иода;
- во время тяжелых умственных нагрузок (в период экзаменов или при работе над важными проектами).

Нароссийскомфармацевтическомрынке представлены следующие препараты [13]:

- «Микро йодид» по 100 мкг;
- «Йод-баланс» по 100и200мкг;
- «Никомед»;
- «Йодомарин-100», «Йодомарин-200».

Переизбыток иода в организме [2, 4, 5, 15]

Иод – очень токсичный химический элемент, который относится ко II классу опасности. Отравление йодом наступает при ежесуточном поступлении уже 2-5 мг, а 35-350 мг иода в сутки может привести к летальному исходу. Разовая летальная доза йода составляет 3 г.

Причины избытка йода в организме:

- излишнее поступление с пищей (надо очень постараться, чтобы отравиться иодом из продуктов питания, поскольку при повышенном поступлении йода с пищей включаются механизмы самозащиты организма, лишний йод легко утилизируется);
- нарушения обмена иода;
- случайное употребление иода и его соединений;
- работа на производстве металлов высокой чистоты, ламп накаливания, масла для подшипников, в стекольной промышленности [8].

Избыток иода, также очень опасен для организма, при избытке иода возможно:

- головные боли, чрезмерная усталость, упадок сил;
- образование зоба;
- тиреотоксикоз, гипертиреоз, сопровождающиеся упадком сил и чрезмерной усталостью, сильными головными болями, депрессией, тахикардией (учащение пульса), высыпаниями на коже, угрями, онемением отдельных участков кожи);
- иододерма (поражение кожи в результате длительного приема больших доз препаратов иода);
- иодизм (асептическое воспаление слизистых оболочек дыхательных путей, слюнных желез, околоносовых пазух, возникшее в результате передозировки или индивидуальной непереносимости

препаратов йода).

- повышение температуры тела, рвота, понос, бурый налет на языке;
- повышение артериального давления и боли в сердце;
- снижение массы тела;
- диспептические расстройства
- ломкость и выпадение волос;
- снижение прочности скелета, разрушение зубов;
- ранняя седина [9];
- повышенное слюноотделение;
- слезотечение, покраснение глаз; конъюнктивиты, реже катаракта, повреждения зрительного нерва, со временем снижается зрение [1];
- появление аллергических симптомов: простуды, крапивницы и т.д., поражаются почки и сердечно сосудистая система.
- При большом вдыхании паров йода появляется:
 - головная боль,
 - насморк,
 - кашель,
 - возможен отек легких.

При прямом попадании на слизистую глаз появляется покраснение, слезотечение и боль в глазах.

При попадании йода внутрь появляется:

- головная боль,
- повышение температуры,
- слабость,
- понос,
- рвота,
- налет бурого цвета на языке,
- учащение пульса и боли в сердце;
- через сутки в моче появляется кровь;
- через два дня – почечная недостаточность и миокардит;
- без больничного ухода и лечения наступает летальный исход.

Выведение йода из организма (при избытке)

Продукты снижающие усвоение организмом йода:

- капуста,
- арахис,
- соя,
- хрен,
- фасоль,
- кукуруза.

Они содержат вещества, которые замедляют работу щитовидной железы, поэтому следует ограничивать их дневную норму.

Проверка йода в организме

Смоченной 5%-ным раствором йода гигиенической ватной палочкой и рисуется на коже внутренней части запястья сеточка с квадратами 1 на 1 см. Исчезновение иодной сеточки через 3 часа указывает на то, что организм очень нуждается в йоде, через 6-8 часов – незначительная нехватка йода, это не так опасно, если же сеточка исчезает через сутки, то в организме все нормально с уровнем йода.

Литература

1. Избыток йода. <http://www.neboleem.net/izbytok-joda.php>.
2. Йод. <http://eat-info.ru/references/microelements/yod>.
3. Иод. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=53>.
4. Йод в организме человека. <http://kuhnya-zhizni.ru/articles/vegetarianskie-blyuda/yod-v-organizme-cheloveka.html>.
5. Йод в организме человека. http://properdiet.ru/mineralnye_veshhestva/54-yod-v-organizme-cheloveka.
6. Йод в организме человека: роль и функции. <http://builderbody.ru/jod>.
7. Йод в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1656-jod-v-organizme-cheloveka.html>.
8. Йод применяется и в промышленности. <http://proiod.info/polezno-o-jode/jod-primenyaetsya-i-v-promyshlennosti.html>.
9. Какую роль играет йод в организме человека и в чем состоит его польза. <http://receptdolgolet.ru/organizm/rol-joda-v-organizme-cheloveka-i-ego-polza.html>.
10. Продукты, содержащие йод в большом количестве. <http://www.sport-obzor.ru/diety-pravilnoe-pitanie/yodosoderzhaschie-produkty-pitaniya.html>.
11. Распространённость химических элементов в человеческом организме https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
12. Роль йода в организме человека. <http://www.studfiles.ru/preview/5845387/page:2>.

13. СКОЛЬКО ЙОДА НЕОБХОДИМО ЧЕЛОВЕКУ: ПРИЗНАКИ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПРОФИЛАКТИКА ЙОДОДЕФИЦИТА. <http://okeydoc.ru/skolko-joda-neobxodimo-cheloveku-priznaki-posledstviya-i-profilaktika-jododeficyta>.
14. Содержание йода в продуктах питания. Таблица. http://www.novosti-oede.ru/article/soderzhanie_yoda_v_produkтах_pitaniya_tablitsa/
15. Таблица содержания йода в продуктах питания (мкг/в 100 г). http://happy-womens.com/tablitса-soderzhaniya-yoda-v-produkтах-pitaniya-v-100-g.html#a_menu.

1.3.12. Титан

Титан (лат. Titanium), Ti, химический элемент IV группы периодической системы Менделеева; атомный номер 22, атомная масса 47,90; имеет серебристо-белый цвет, относится к легким металлам [5].

С соединениями титана человечество познакомилось сравнительно недавно, только в конце XVIII века. Точнее, в 1791 году дважды состоялись два независимых друг от друга обнаружения оксида неизвестного металла, который в 1795 году все же получил свое название – «титан». Однако об этом открытии узнало так мало химиков, что через 10 лет, в 1801 году, открытие титана состоялось еще раз [6].

Металлический титан был получен только в 1825 году шведским химиком Йёнсом Якобом Берцелиусом (швед. Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848). Столь много времени для разложения оксида титана понадобилось в связи с тем, что это соединение очень химически устойчиво, да и очистить его от примесей, чтобы получить хоть крупницу чистого титана, оказалось занятием не из простых. Именно поэтому первый химически чистый образец титана был получен вовсе не из его оксида, а из иодида (TiI₄).

Титан – очень распространенный химический элемент на нашей планете, точнее, он занимает 10 место. Его содержание в земной коре составляет 0,57%, концентрация в морской воде – 1 мкг/л. Такая низкая концентрация титана в воде (по сравнению с горными породами) объясняется тем обстоятельством, что почти весь титан планеты существует в форме оксида, который нерастворим в воде. В некоторых породах глины содержится до 30% оксида титана. Геологи насчитывают не менее 100 минералов, содержащих этот химический элемент.

Россия занимает второе место в мире по запасам титана (после Китая) и имеет при этом несколько десятков его месторождений (однако, на сегодняшний день освоено только девять). Добываемое минеральное сырье Россия экспортирует в другие страны. Основными производителями металлического титана являются США, Япония, Великобритания, Украина,

Казахстан, Китай. В некоторых странах построены комбинаты по производству пигментного диоксида титана (США, Германия, Великобритания, Япония, Франция), потребность в котором промышленности очень высока [6].

Благодаря своим химическим, физическим свойствам (устойчивости к коррозии, особенно в кислой среде, способности сплавляться со многими металлами, легкости и т.д.) титан нашел очень широкое применение в промышленности и технике. Но больше всего титан востребован в космической и медицинской промышленности. Титан в 2-4 раза прочнее сплавов железа, и в 6-12 раз – сплавов алюминия.

Титан служит материалом для изготовления самых разнообразных медицинских инструментов, особенно хирургических (зажимы, скальпели, пинцеты). Но больше всего он ценится как материал для изготовления различных протезов, ведь титан не только прочен, легок и устойчив к коррозии, он еще и биологически инертен. Изготовленные из него искусственные части организма не вызывают аллергической реакции. К тому же металлический титан очень легко очистить от примесей, чего не скажешь о кобальтовых сплавах и стали. Титан широко применяется в ортопедии, в том числе зубной (коронки, брекеты), в челюстно-лицевой хирургии, нейрохирургии и т.д.

Применение в современной медицине находит не только металлический титан, но и его соединения. Оксид титана входит в состав многих кремов и мазей, поскольку обладает противовоспалительным, бактерицидным, фунгицидным и подсушивающим кожу действием. Эти его свойства используются в лечении герпеса, угревой сыпи, воспалений полости рта и губ.

У оксида титана есть еще одно замечательное свойство: он не пропускает ультрафиолетовое излучение, особенно коротковолнового диапазона (самого опасного для человека). Именно поэтому оксид титана является основным компонентом всевозможных кремов и спреев от загара [6].

Также диоксид титана используется при изготовлении различных красителей и пластиков, соусов и приправ, при обработке мяса птицы, для придания белизны сахарной глазури, конфетам, мороженому.

Биологическая роль в организме человека [2, 3, 7]

Титан в организме:

- ускоряет регенерацию белков сыворотки крови,
- необходим для образования эритроцитов в костном мозге, он принимает участие в процессах синтеза гемоглобина,
- является составной частью химического баланса человеческого мозга;

- используется периферической нервной системой при выполнении своих функций;
- оказывает влияние на функционирование иммунной системы,
- регулирует уровень холестерина и карбамида (мочевины) в крови.
- необходим при образовании эпителиальной ткани,
- вместе с кремнием и ванадием участвует в процессах консолидации переломов костей, при заживлении повреждений суставов,
- входит в состав хрусталика глаз, кожи, волос, ногтей, костей,
- принимает участие в регулировании окислительных процессов в сыворотке крови,
- вступая во взаимодействие с холестерином, снижает его концентрацию в крови и тканях;
- стимулирует образование крови,
- при вскармливании грудью передается с молоком матери в организм ребенка;
- принимает участие во многих метаболических реакциях.

В организме человека титан распространен неравномерно [6]. У больных лейкозом, язвенной болезнью и раком количество титана в крови уменьшается. Содержание титана в организме человека равно 9–20 мг. Наибольшая его концентрация наблюдается в головном мозгу, в особенности в зрительном и слуховом центрах, а также в легких. Установлено также, что довольно много титана содержится в женском молоке. С возрастом содержание титана в человеческом организме возрастает, особенно если человек проживал в городе, в промышленно грязных районах, в местах добычи минералов титана. В таких случаях основная часть титана оказывается сконцентрированной в легких человека. У курящих людей в легких в несколько раз (до 10 раз) больше титана, чем у некурящих. Достаточно высока концентрация титана в лимфоузлах, а также селезенке, надпочечниках, щитовидной железе, плаценте. В этих органах содержание титана с возрастом не меняется, но в легких за 65 лет жизни оно возрастает более чем в 100 раз [7].

Суточная потребность организма человека не определена. Суточное поступление титана с пищей и жидкостями составляет 0,85 мг, из них с питьевой водой – 0,002 мг, воздухом – 0,0007 мг.

Всасывание соединений титана в желудочно-кишечном тракте человека составляет 1–3%. Ингаляционным путем в организм попадает менее 1% от поглощенной дозы, при этом до 30% титана задерживается в легких. Считается, что повышенное содержание титана в легких обусловлено его поступлением с пылью. Выводится титан из организма в основном с фекалиями (0,52 мг), в меньшей степени – с мочой (0,33 мг).

Синергисты и антагонисты титана. Не обнаружены.

Таблица 33. Содержание в продуктах Титана [1]

Продукт	Титан мкг в 100 г продукта	Продукт	Титан мкг в 100 г продукта
Чечевица	300	Растение чина	234
Нут	228	Горох	181
Зерна ржи	175.3	Зерна овса	172
Фасоль	150	Зерна ячменя	141.7
Конфитюр	93.5	Зерна пшеницы	52.8
Сухари	45	Сдоба	45
Бублики (сушки)	45	Саго	45
Ржаные сухарики	45	Хлопья пшенич- ные	45
Пшеничная крупа	45	Фисташки	45
Макароны рожки	45	Крупа гречневая ядрица	33
Абрикосовый компот	33	Кукуруза	27.9
Кукурузные хло- пья	27	Кукурузная крупа	27
Мука пшеничная второго сорта	22	Просо	20
Могар	20	Пшеничная крупа	20
Мука пшеничная первого сорта	18.1	Перловая крупа	16.7
Мука пшеничная высшего сорта	11	Манная крупа	8.9
Чипетке	7.5	Тесто для пельменей	7.5

Недостаток титана

На сегодняшний день недостаток титана у животных и человека не изучен. По всей видимости, его просто не бывает. Животные и человек получают достаточное количество этого микроэлемента из воды и пищи. Однако, замечено, что при некоторых хронических заболеваниях концен-

трация титана в крови несколько уменьшается, а введение содержащих его препаратов несколько улучшает состояние больных.

Пока что имеется предположение, что титан выполняет в организме роль антиоксиданта, который защищает клетки и мелкие капилляры от повреждений свободными радикалами. Остается ждать подтверждения или опровержения этой медицинской гипотезы.

Токсичность титана [7]

По данным комплексного исследования, проведенного учеными из Университета Калифорнии, Лос-Анджелес (UCLA) под руководством профессора патологии, радиационной онкологии и экологической безопасности, научного сотрудника Jonsson Cancer Center Роберта Шистла (Robert Schiestl), nano частицы диоксида титана, которые сейчас можно найти везде – от косметики и солнцезащитных средств до красителей и витаминов – вызывают системные генетические изменения у мышей.

Мыши подвергались воздействию nano частиц TiO_2 , добавленных в питьевую воду. Признаки повреждения генетического аппарата отмечались у них на пятый день. Для человека это соответствует действию nano частиц в производственных условиях в течение **1,6 года**. Однако пока не ясно, какова кривая их накопления в организме человека при постоянном контакте с ними в течение длительного времени.

Nano частицы диоксида титана вызывают разрывы одно – и двух цепочечной ДНК и повреждают хромосомы, что увеличивает риск развития рака. Также они являются причиной возникновения и развития воспаления.

Попав в организм, nano частицы TiO_2 накапливаются в различных органах, поскольку в организме нет механизмов для их выведения. А поскольку nano частицы очень малы, они могут перемещаться по всему организму, проходя даже через клетки и вмешиваясь в работу внутриклеточных механизмов.

Ранее частицы диоксида титана считались не токсичными, поскольку они не вступают в химические реакции. Однако они взаимодействуют с поверхностями, находящимися в непосредственной близости, – в данном случае у мышей, – что вызывает повреждение генетического аппарата. Они перемещаются по всему организму, вызывая окислительный стресс, что может привести к гибели клеток.

Таким образом, по сравнению с обычными химическими реакциями, которые зачастую являются объектом токсикологических исследований, nano частицы диоксида титана имеют другой механизм развития токсичности, вызывая физико-химические реакции в организме, которые могут в результате привести даже к «спонтанному развитого рака» – все

зависит от индивидуальной чувствительности организма. Поэтому для людей, в силу своей профессии вынужденных постоянно подвергаться воздействию наночастиц диоксида титана, существует потенциальный риск развития рака и повреждений генетического аппарата.

Производство наночастиц TiO_2 – это огромная индустрия, которая производит их в количестве 2 миллионов тонн в год. Кроме красок, косметики, солнцезащитных средств и витаминов, нано частицы можно найти в пищевых красителях, зубной пасте и сотнях других средств личной гигиены.

В экспериментах установлено, что нано частицы диоксида титана не могут проходить через кожу, поэтому солнцезащитные средства, которые их содержат, могут быть достаточно безопасными. Но если такие средства распыляются в виде спрея, они могут попасть в легкие при дыхании.

Очевидно, было бы целесообразно ограничить употребление наночастиц диоксида титана с биологически активными пищевыми добавками, пищевыми красителями и т.д.

Основные проявления хронического избытка титана [7]:

- воспаление легких,
- воспаление легочных и периферических лимфатических узлов,
- гранулематоз легких и плевры,
- альвеолит, трахеит.

Эти болезни лечат антибиотиками, кортикостероидами, пеногасителями, витаминами. Обильное питье и покой – также обязательные условия для выздоровления [4].

Литература

1. В каких продуктах содержится титан. <http://findfood.ru/component/titan/product>.
2. О роли титана в организме человека. Титан как микроэлемент. <http://tiline-club.ru/blog/o-rol-i-titana-v-organizme-cheloveka-titan-kak-mikroelement>.
3. Титан. <http://eat4fit.ru/mineraly/37-titan>.
4. Титан. <http://vkusnoblog.net/sostav/titan>.
5. Титан. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=22>.
6. Титан в организме человека. dips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1635-titan-v-organizme-cheloveka.html.
7. Титан (Ti). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesatitan-nanochastitsy-vyzyvajut-rak>.

1.3.13. Бор

Бор (лат. Borum), В, химический элемент III группы периодической системы Менделеева, атомный номер 5, атомная масса 10,811; кристаллы серовато-черного цвета (очень чистый Бор бесцветен). Ранее других известное соединение Бора – бура – упоминается в сочинениях алхимиков под арабским названием «бурак» и латинским Borax, откуда и произошло наименование «бор». Свободный Бор (нечистый) впервые получили французские химики Жозе́ф Луи Гей-Люсса́к (фр. Joseph Louis Gay-Lussac; 1778–1850) и Луи Жак Тена́р (фр. Louis Jacques Thénard; 1777–1857) в 1808 году нагреванием борного ангидрида B_2O_3 с металлическим калием. Общее содержание Бора в земной коре $3 \cdot 10^{-4}\%$ по массе. В природе Бор в свободном состоянии не обнаружен. Многие соединения Бора широко распространены, особенно в небольших концентрациях [2].

Бор необходим всем живым существам от растений до человека. Он относится к неметаллам, а свойства его могут проявляться по-разному. Модификаций бора в природе существует немало, но наиболее часто он существует в виде природных солей борных кислот.

Как это часто бывает в научном мире, они были не единственными первооткрывателями – несколько позже это сделал и английский химик Сэр Гемфри Дэви (или Хэмфри Дэви, англ. Humphry Davy; 1778–1829), которому это удалось благодаря другому методу (электролизу) [3].

Бор в небольших количествах (доли%) вводят в сталь и некоторые сплавы для улучшения их механических свойств; уже присадка к стали 0,001–0,003% Бор повышает ее прочность. Поверхностное насыщение стальных деталей бором (до глубины 0,1–0,5 мм) улучшает не только механические свойства, но и стойкость стали против коррозии. Благодаря способности изотопа ^{10}B поглощать тепловые нейтроны, его применяют для изготовления регулирующих стержней ядерных реакторов, служащих для прекращения или замедления реакции деления. Бор в виде газообразного BF_3 используют в счетчиках нейтронов. Сам Бор и его соединения – нитрид BN , карбид B_4C_3 , фосфид BP и другие – применяют как диэлектрики и полупроводниковые материалы. Обширное применение находят борная кислота и ее соли (прежде всего бура), бориды и другие. BF_3 – катализатор некоторых органических реакций [2].

В медицине как антисептические средства находят применение бура и борная кислота (в виде водно-спиртовых растворов). В быту буру или борную кислоту используют для уничтожения бытовых насекомых, в частности, тараканов (бура, попадая в органы пищеварения таракана, кристаллизуется, и образовавшиеся острые игольчатые кристаллы разрушают ткани этих органов) [5].

Биологическая роль бора [1, 10]

Бор в человеческом организме выполняет ряд важнейших функций:

- улучшает структуру костного скелета;
- улучшает обмен кальция, фосфора, фтора, цинка и магния;
- препятствует потерям магния и кальция через почки;
- влияет также на преобразование в организме витамина D;
- тормозит всасывание аскорбиновой кислоты, серосодержащих аминокислот, флавоноидов, вытесняет из организма медь;
- является синергистом хлора;
- усиливает воздействие алкоголя (при высоких дозах), а также некоторых антибиотиков;
- нормализует обмен нуклеиновых кислот, участвуя в синтезе исходных соединений;
- поддерживает и стимулирует синтез белков;
- участвует в регуляции деятельности ЦНС;
- влияет на функции половых желёз и щитовидной железы;
- регулирует активность парагормона;
- способствует росту мышечной массы;
- уменьшает количество солей щавелевой кислоты в моче и предотвращает почечнокаменную болезнь;
- предотвращает заболевания суставов и позвоночника;
- помогает женщинам в период климакса;
- участвует в ферментативных процессах;
- повышает уровни гормонов, особенно тестостерона и эстрогена;
- поддерживает и стимулирует синтез белков, что способствует обновлению клеточного состава всех тканей и органов организма;
- играет существенную роль в обмене углеводов и жиров, ряда витаминов и гормонов, влияет на активность некоторых ферментов.

В организме человека содержится около 18 мг бора [9].

Ежедневная норма бора для человека составляет 0,6-2 мг. Точное число будет зависеть от пола и возраста человека, состояния его здоровья. Так, больше бора нужно людям, имеющим предрасположенность к мочекаменной болезни и женщинам в период климакса. Тогда может быть показан дополнительный прием микроэлемента [3].

Верхний предел безопасной среднесуточной дозы бора для взрослого человека составляет 13 мг. Токсическая доза – 4 г. Летальную дозу еще не определили.

**Таблица 34.Содержание бора в продуктах питания (в 100 гр)
[1, 3, 6-8, 10, 11]**

Продукт	Бор, В, мкг в 100 г продукта	Продукт	Бор, В, мкг в 100 г продукта
Абрикос	1050	«Ессентуки №4» минеральная вода	900,0
Гречиха	750,0	Соя	750,0
Горох, зерно	670,0	Чечевица	600,0
Фасоль	490,0	Виноград	365,0
Рожь, сырая	310,0	Капуста брокколи	305,0
Ячмень	290,0	Свекла	280,0
Овёс	274,0	Кукуруза	270,0
Яблоки	240,0	Просо, сырое	228,0
Рис	224,0	Крупа кукурузная	215,0
Лук репчатый	200,0	Малина	200,0
Капуста белокачанная	200,0	Фисташки	200,0
Миндаль	200,0	Морковь	200,0
Пшеница мягкая	196,5	Фундук	185,0
Земляника садовая	185,0	Апельсин	180,0
Лимон	175,0	Орех кедровый	150,0
Вишня	125,0	Крупа рисовая	120,0
Картофель	115,0	Томаты	115,0
Орех грецкий	107,0	Баклажаны	100,0
Киви	100,0	Авокадо	95,0
Мука 2 сорта из мягкой пшеницы	93,0	Мука 1 сорта из мягкой пшеницы	74,0
Крупа манная	63,0	Смородина чёрная	55,0
Мука высшего сорта из мягкой пшеницы	37,0	Мука обойная ржаная	35,0

- Потребность здорового взрослого человека в боре полностью покрывается продуктами питания;
- Бор относят к токсичным элементам.

- В Израиле, где в питьевой воде содержатся высокие концентрации бора, артриты и артрозы встречаются всего у 10% населения страны, тогда как в странах, где вода и пища бедны этим веществом, эта цифра достигает 70%.

Недостаток бора в организме [1, 10]

Дефицит бора наблюдается редко, однако возможными причинами могут быть:

- недостаточное поступление микроэлемента в организм.
- нарушения регуляции обмена бора.

Первые признаки дефицита бора совпадают чаще всего с симптомами остеопороза:

- слоющиеся ногти
- секущиеся волосы
- умеренная боль в суставах или костях при нагрузке
- крошащиеся зубы

Длительный недостаток в организме бора проявляется повышенной хрупкостью костей с медленным сращением переломов, плохим заживлением ран, предрасположенностью к сахарному диабету и мочекаменной болезни и преждевременным угасанием мужской и женской половой функции. Более полный перечень симптомов дефицита представлен ниже:

- снижение умственной активности и способностей (сосредоточение, внимание и др.);
- повышенная сонливость и замедление поведенческих реакций;
- ухудшение развития костной ткани;
- старческий остеопороз;
- снижение иммунитета;
- изменение в составе крови (гиперхромная анемия и тромбоцитопения);
- нарушение обменных процессов в соединительной ткани;
- развитие остеопороза у женщин в период менопаузы;
- нарушение жирового и белкового обмена;
- задержка роста;
- нарушение обмена фосфора, магния и кальция;
- дисбаланс половых гормонов;
- артрит (при сильном дефиците);
- усиление предрасположенности к сахарному диабету.

Избыток бора [1, 10]

Возможные причины:

- из-за передозировки препаратов бора,
- в случаях избыточного спринцевания борной кислоты (раствор),
- избыточное поступление после каких-либо техногенных катастроф,
- ввиду повышенного содержания данного вещества в почве либо в питьевой воде,
- при обрабатывании сосков кормящих женщин слабым раствором борной кислоты описаны случаи отравления грудных детей.

Получить избыток бора с продуктами питания невозможно. Передозировка может возникнуть лишь при дополнительном приёме в качестве добавок или иных препаратов. Исходя из этого, не следует осуществлять прием препаратов содержащих бор без рекомендации специалиста.

Симптомы острой интоксикации бором:

- рвота,
- тошнота,
- понос,
- кожная сыпь, сопровождающаяся упорным шелушением – так называемый «борный псориаз»,
- летаргия.

Симптомы хронической интоксикации бором:

- потеря аппетита,
- рвота и тошнота,
- водянистый стул с развитием «борного энтерита»,
- признаки обезвоживания организма,
- анемия;
- наличие сыпи и шелушения кожи,
- ухудшение спермограммы у мужчин,
- снижение половой активности,
- спутанность психики
- возможно поражение печени, центральной нервной системы и почек,
- токсическое действие во время беременности на эмбрион с возможностью возникновения у новорожденных дефектов (исследования на животных);
- выпадение волос.
-

Лечение избытка бора [4]

При проявлении признаков отравления бором надо прекратить их поступление в организм, начать прием энтеросорбентов и проводить ле-

чение, облегчающее симптомы отравления (симптоматическое лечение). При остром отравлении пострадавшего госпитализируют в токсикологический центр или реанимационное отделение для интенсивной терапии.

Литература

1. Бор. <http://fitfan.ru/nutrition/vitamins/3279-bor.html>.
2. Бор. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=5>.
3. Бор. (B) в продуктах питания и его роль в организме человека. <http://ialive.ru/pitanie/mineraly/mikroelementy/bor-v-produktakh-pitaniya.html>.
4. Бор-связанные заболевания. Лечение избытка бора. <http://vitamini.kiev.ua/minerals/b/disease>
5. Бор (химический элемент). [http://megabook.ru/article/%D0%91%D0%BE%D1%80%20\(%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82\)](http://megabook.ru/article/%D0%91%D0%BE%D1%80%20(%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82)).
6. Миндаль. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/mindal>.
7. Орех грецкий. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/orekh-gretskiy>.
8. Продукты питания богатые бором (B). <http://edaplus.info/minerals/products-containing-boron.html>.
9. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
10. Таблица содержания бора в продуктах питания (в 100 гр). http://happy-womens.com/tablitsa-soderzhaniya-bora-v-produktah-pitaniya-v-100-g.html#h2_0.
11. Фундук. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/funduk>.

1.3.14. Селен

Селен (Selenium), Se, химический элемент VI группы периодической системы Менделеева; атомный номер 34, атомная масса 78, 96; преимущественно неметалл. Элемент открыт в 1817 году Йенсом Якобом

Берцелиусом (швед. Jöns Jakob Berzelius; 1779 – 1848) Название дано от греч. selene – Луна. Распространение Селена в природе. Селен – очень редкий и рассеянный элемент, его содержание в земной коре (кларк) $5 \cdot 10^{-6}\%$ по массе. В биосфере Селен энергично мигрирует. Источником для накопления Селена в живых организмах служат изверженные горные породы, вулканические дымы, вулканические термальные воды. Поэтому в районах современного и древнего вулканизма почвы и осадочные породы нередко обогащены Селеном (в среднем в глинах и сланцах – $6 \cdot 10^{-5}\%$) [8].

Вместе с теллуром, полонием, кислородом, серой он относится к халькогенам. Изначально селен считался ядовитым, токсичным веществом, однако после открытия его способности противостоять раку, элемент завоевал славу чудодейственного исцеляющего средства. Главное условие – соблюдать поистине аптекарскую дозировку [5].

Благодаря дешевизне и надежности Селен используется в преобразовательной технике в выпрямительных полупроводниковых диодах, а также для фотоэлектрических приборов (гексагональный), электрофотографических копировальных устройств (аморфный Селен), синтеза различных селенидов, в качестве люминофоров в телевидении, оптических и сигнальных приборах, терморезисторах и т. п. Селен широко применяется для обесцвечивания зеленого стекла и получения рубиновых стекол; в металлургии – для придания литой стали мелкозернистой структуры, улучшения механических свойств нержавеющей сталей; в химической промышленности – в качестве катализатора; используется Селен также в фармацевтической промышленности и других отраслях [8].

Биологическая роль селена [3, 5, 12]

В человеческом организме минерал накапливается в печени, почках, селезенке, сердце, костном мозге, легких, коже и семенных канатиках. В микродозах он содержится в ядре всех клеток. Всего в организме человека содержится около 15 мг селенат [7].

Для лучшего усвоения селена, рекомендуется одновременно принимать витамины Е, С. При этом, сульфаты, ртуть, фенацетин, медь, парацетамол, антималярийные препараты, наоборот, снижают всасывание этого элемента, что в конце концов может привести к развитию дефицита его в организме.

Селенметионин, селенцистеин (природная форма соединения) обладает наивысшей степенью усвояемости – до 98%. Из животной формы организм поглощает только 30% элемента, из неорганической (селенит натрия) – 10%.

Селен играет важную роль для поддержания здоровья. Так, после введения селена в рацион людей, число онкозаболеваний уменьшилось в 1,8

раза, количество патологий сердца – в 2,5, а болезней эндокринной системы понизилось на 77%.

Роль селена в организме человека.

- Входит в состав 200 ферментов, гормонов. Помимо этого, элемент в виде аминокислоты селеноцистеина, присутствует в белках в качестве связующего звена.
- Увеличивает активность стволовых клеток, поддержания эластичность кожи, замедляя старение.
- Необходим для образования 80 % энергии (АТФ).
- Стимулирует антиоксидантную защиту организма, нейтрализует свободные радикалы, которые образуются в организме и способствуют повреждению клеточных мембран, дестабилизируя их и разрушая клетку в целом.
- Нормализует активность гормонов тироксина (Т4) и трийодтиронина (Т3).
- Профилактирует развитие злокачественных новообразований, катаракты, колита, молочницы, артрита, псориаза, бронхиальной астмы.
- Используется как профилактическое средство против рассеянного склероза.
- Предупреждает атеросклеротическое повреждение артерий.
- Повышает двигательную активность, улучшает сон, настроение, состояние ногтей, волос, кожи, утоляет головные боли.
- Участвует в синтезе кофермента Q-10.
- Выступает главным компонентом фермента глутатинона, который защищает внутренние органы от ядовитых веществ, образующихся при расщеплении токсинов.
- Улучшает жировой, белковый, углеводный обмены веществ.
- Подавляет гистамин, проявляя сильные антидистрофические и антиаллергические свойства.
- Способствует пролиферации тканей, укрепляет иммунитет, улучшает работу сердца, половых желез (активирует выработку тестостерона, снижает риск появления рака простаты, увеличивает жизнеспособность сперматозоидов, вероятность к зачатию у мужчин и «отодвигает» наступление климакса у женщин).
- Стимулирует эритропоэз и лейкопоэз.
- Участвует в выработке антител, макрофагов и интерферона при инфекционных заражениях, в том числе вирусных инфекциях;
- Препятствует размножению патогенных плесневых грибков и разрушает вырабатываемые ими токсины, поражающие печень;
- Улучшает состояние волос и ногтей.

- Защищает организм от отравления выхлопными газами, табачным дымом, кадмием, свинцом, таллием, нейтрализует пагубное влияние ртути, мышьяка.
- Стабилизирует деятельность эндокринной, нервной систем.
- Стимулирует рост клеток поджелудочной железы, увеличивает количество клеток, производящих инсулин, и улучшает потребление глюкозы тканями, что при сахарном диабете второго типа ведет к снижению инсулинрезистентности. Кроме того, селен уменьшает энергетический голод клеток.
- Предупреждает старение организма.

Интересно, что соединения селена при коллапсе или шоковых состояниях восстанавливают пониженное артериальное давление. Шампунь, содержащий данный минерал избавляет волосы от перхоти.

Важную роль селен выполняет в организме беременной женщины: он способствует нормальному развитию плода, уменьшает вероятность выкидыша, появления патологий, а также нормализует нестабильное эмоциональное состояние будущей мамы.

С возрастом количество микроэлемента в организме снижается: после 60 лет на 7 %, 75 – на 24%.

Суточная потребность [12]

Согласно информации ВОЗ, для поддержания здоровья в норме необходимое количество селена в рационе нижеследующее.

- Младенцы от 0 до 6 мес. – 10 мкг/день
- От 6 до 12 мес. – 15 мкг/день
- Дети от 1 до 6 лет – 20 мкг/день
- от 7 до 10 лет – 30 мкг/день
- Юноши от 11 до 14 лет – 40 мкг/день
- Девушки от 11 до 14 лет – 45 мкг/день
- Мужчины от 15 до 18 лет – 50 мкг/день
- от 19 лет и старше – 70 мкг/день
- Женщины от 15 до 18 лет – 50 мкг/день
- от 19 лет и старше – 55 мкг/день
- Беременные – 65, макс. до 200 мкг/день
- Кормящие – 75, макс. до 200 мкг/день

Показание к дополнительному приему селена: болезни поджелудочной железы, печени, желчевыводящих путей, сердечно-сосудистой системы, бесплодие, гиперлипидемия.

Лечебную дозу подбирает врач на основании клинической картины протекания болезни.

Таблица 35. Селен в продуктах питания [1-3, 5, 6, 10-12]

Продукт	Селен мкг на 100 г продукта	Продукт	Селен мкг на 100 г продукта
Бразильские орехи, свежие	1500	Бразильские орехи, сушеные	540
Почки свиные жареные	265	Омары вареные	129
Вешенки (высушенные)	105	Белые грибы (высушенные)	95
Почки барана	87	Кокос	80
Печень индейки	72	Кальмары	67
Печень утки	66	Печень куриная	56
Печень свиная	62	Сардины	47
Камбала	47	Сельдь	45
Лосось	44	Фисташки	43
Скумбрия	41	Печень говяжья	39
Треска	33	Сало	30
Чеснок	30	Пшеница	25
Брынза	25	Куриная грудка, мясо жареное	24
Подсолнечные семечки	23	Рис	22
Белый хлеб	22	Чечевица	19
Свинина	19	Желток куриного яйца	19
Макаронные изделия, вареные, ½ стакана	18	Кукурузная крупа	17
Манная крупа	15	Гречка	14
Горох	14	Сыры	13
Туец	12	Геркулес	12
Пшеничные отруби	12	Овсяные хлопья	11

Яйца	11	Фасоль	10
Горох	8	Арахис	7
Соя	7	Грецкие орехи	5
Говядина	3	Миндаль	3

Нехватка селена [2, 4, 5, 9]

Критической дозой для взрослых, означающей наличие селенодефицита, является 16-21 мкг/сутки. Новорожденные получают селен через молоко матери.

Резкий дефицит селена вызывает такие состояния, как болезнь Кешана (кардиомиопатия) и синдром Кашин-Бека (остеоартропатия). Они характерны для некоторых провинций Китая

На территории России определены следующие селенодефицитные районы: Бурятия, Читинская и Иркутская области.

К территориям риска относятся: Ленинградская, Псковская, Новгородская, Калужская, Брянская, Ярославская области, Поволжье и Алтайский край. Среди стран СНГ можно отметить: северо-западную Украину, Белоруссию, Киргизию.

Причины нехватки селена:

- неблагоприятная экологическая обстановка;
- прием анаболических стероидов;
- продолжительный прием некоторых препаратов: парацетамола, противомаларийных, слабительных;
- несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов;
- тяжелый физический труд;
- низкое содержание соединений мышьяка в продуктах питания, воде, воздухе;
- интенсивные занятия спортом;
- высокое содержание нитратов в зелени, овощах;
- употребление мяса животных, которые выкормлены на гормонах роста;
- проживание в регионе вдали от моря или с жарким климатом, вследствие чего элемент активно выводится с потом;
- повышение расходования селена, обусловленное необходимостью выведения из организма значительного количества вредных веществ;
- злоупотребление алкоголем.

Первичные симптомы дефицита селена в организме (нехватка до 40 %):

- снижение остроты зрения;

- хроническая усталость, неврозы;
- невысокая физическая, умственная выносливость;
- преждевременное старение, ранний климакс;
- частые простудные заболевания из-за ослабленного иммунитета;
- кожные гнойничковые заболевания;
- замедление роста волос, их выпадение;
- негативные изменения в течении менструального цикла у женщин;
- дистрофические изменения ногтевых пластинок;
- развитие заболеваний печени;
- длительная регенерация тканей после повреждения кожных покров (ожогов, порезов, травм);
- отсутствие полового влечения, импотенция, мужское бесплодие.

Последствия хронической нехватки минерала (до 100%):

- слабоумие, кретинизм и другие нарушения умственной активности;
- ожирение или дистрофия;
- эндемический зоб, нарушения деятельности щитовидной железы;
- онкологические, гинекологические заболевания;
- гормональные расстройства;
- атеросклероз, гипертония, ишемическая болезнь сердца;
- выкидыши, преждевременные роды, проблемы с репродуктивной функцией, вплоть до бесплодия;
- астма, ревматоидный артрит, эндемический кретинизм;
- болезнь Кешана, Кашина-Бека, последняя, в свою очередь, приводит к остеоартропатии.

Люди с избыточным весом чаще всего страдают от нехватки селена в организме. Причина данной взаимосвязи заключается в том, что дефицит данного минерала ухудшает работу щитовидной железы, как следствие, замедляется метаболизм и удерживается масса тела.

Применение лекарственных препаратов для повышения уровня селена [2]

В настоящее время существует несколько поколений лекарственных форм, содержащих в своем составе данный микроэлемент.

В первом поколении качество селена не самое лучшее, такие препараты имеют много побочных эффектов и элемент плохо усваивается организмом. Основные побочные проявления сказываются на желудочно-кишечной системе в виде тошноты и болей в эпигастральной области.

К таким лекарственным средствам относятся:

- селенит и селенат натрия;
- сернистый селен.

Новое поколение сочетает в себе активный селен вместе с биологическими лигандами:

- селен-цистеин;
- селен-метионин;
- селен в двухвалентной форме.

В таких препаратах повышается биологическая всасываемость микроэлемента в кровь, они практически полностью исключают побочные эффекты, однако они дороже по сравнению с первым поколением.

Избыток селена [2, 5, 11]

Токсическая доза для организма, которая вызывает отравление – 5 миллиграмм минерала в день.

Наиболее опасны для здоровья человека селенистая, селеновая кислоты и селеноводород.

Причины передозировки микроэлемента.

- Нарушение метаболизма селена.
- Излишек соединения в организме наблюдается у работников стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности. Помимо этого, в зоне риска люди, задействованные в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль).
- Повышенное содержание селена в почве (США, Австралия, Китай).
- Поступление селена с растениями – концентраторами (*Harpalurus*, астрагал, *Stanlea*).
- Продолжительный прием медицинских препаратов и добавок, в составе которых присутствует селен.

Передозировку микроэлемента из продуктов питания получить практически невозможно, только в случае неконтролируемого употребления бразильского ореха.

Симптомы излишка селена в организме:

- судороги;
- повышенная утомляемость, постоянная сонливость;
- гастроэнтероколит;
- головная боль;
- сильный кашель, ощущение сжатия в груди;
- тошнота и рвота;
- чесночный запах кожи;
- резь в глазах;
- диарея;
- потеря аппетита;

- выпадение волос, гиперчувствительность зубов, ломкость ногтей;
- шелушение кожи, эритема кожных покровов ;
- анемия;
- поражение суставов;
- нарушения в работе печени;
- психоэмоциональные нарушения, перепады настроения, истерическое состояние.

Последствия передозировки селена:

- блокада сульфгидрильных групп, что приводит к инаktivации ферментов;
- нарушение белкового обмена;
- снижение артериального давления;
- сбои в работе нервной системы;
- усиление проницаемости капиллярных стенок;
- развитие атонии, анемии, артрита, бронхопневмонии, поражение печени.

В тяжелых случаях возможен летальный исход.

Переизбыток селена способен подстегнуть рост злокачественных опухолей, поэтому следует тщательно следить за количеством потребляемого соединения в день.

Отравление данным минералом лечится при помощи введения тиосульфата натрия, глюкозы и диеты, которая заключается в строгом ограничении рациона. К приему разрешены: простые углеводы, рис, овсяная каша, казеин (белок молока).

Термическая обработка на 30–60 % снижает содержание селена в продуктах питания.

Селен относится к категории минералов, которые при избыточном потреблении вызывают токсическое действие. Однако, передозировка его так же губительна, как и нехватка, поэтому важно контролировать баланс селена в организме.

Регулярный прием селена снижает в 2 раза риск развития рака легких, в 2,5 – онкологии толстой, прямой кишки, в 3 – опухоли простаты и на 39% уменьшает общую смертность от злокачественных образований.

Восполнение суточной потребности организма в селене обеспечивает здоровье, красоту и долголетие.

Сочетание селена с другими элементами [4]

Нормальное функционирование человеческого организма возможно лишь в том случае, когда химические элементы, витамины и минералы взаимодействуют между собой. При достаточном поступлении с пищей

соединений йода с витамином Е, а также аскорбиновой кислоты, селен активизирует свое действие и их влияние друг на друга.

Селен практически полностью перестает усваиваться организмом при больших концентрациях сахара, которого очень много содержится в кондитерской продукции и хлебобулочных изделиях.

Кроме того, некоторые лекарственные препараты могут понижать активность селена в процессах жизнедеятельности. Токсичные тяжелые металлы, например, кадмий или свинец, блокируют всасываемость селена в желудочно-кишечном тракте.

При недостаточном поступлении селена в организме может происходить накопление мышьяка и ртутных соединений, которые оказывают токсичное действие на органы и ткани.

Литература

1. Богатые селеном продукты. <http://prodgid.ru/pitatelnye-veshhestva-v-produktax/bogatye-selenom-produkty>.
2. В каких продуктах содержится селен. <http://onwomen.ru/v-kakih-produktah-soderzhitsya-selen.html>.
3. Значение селена (Se) в организме человека. <http://vitaminba.ru/mineral/selen>.
4. Как восполнить селен в организме: выбираем продукты питания. <http://opolze.net/makroelementy/selen-v-produktah.html>.
5. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ СЕЛЕНОМ. <http://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-selenom>.
6. Продукты питания богатые селеном (Se). <http://edaplus.info/minerals/products-containing-selenium.html>.
7. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
8. Селен. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=34>.
9. Селен в питании. <http://bezvreda.com/selen-v-pitanii>.
10. Селен в продуктах. <http://www.okbody.ru/content/16-stat-i/683-celen-v-produktah.html>.
11. Содержание селена в продуктах питания. http://www.novostioede.ru/article/soderzhanie_selena_v_produktakh_pitaniya_tablitsa.

12. 15 ПРИЧИН УПОТРЕБЛЯТЬ ПРОДУКТЫ, СОДЕРЖАЩИЕ СЕЛЕН.
<http://womanway.online/article/15-prichin-upotrebljat-produkty-soderzhashie-selen>.

1.3.15. Никель

Никель (лат. Niccolum), Ni, химический элемент первой триады VIII группы периодической системы Менделеева, атомный номер 28, атомная масса 58,70; серебристо-белый металл, ковкий и пластичный [4].

Происхождение названия соединения связано со злым духом – гномом, который в немецкой мифологии, как бы подбрасывал саксонским горнякам, ищущим медь, похожий минерал – красный никелевый колчедан NiAs, так называемый мышьяково-никелевый блеск. В результате безуспешных попыток выплавить медь из данной руды, разъяренные рудокопы присвоили новому металлу названия «Kupfernickel» и «Nickel», что означало «Медный дьявол» и «Озорник» соответственно. Сегодня слово «Никкел», на языке немецких горняков, до сих пор означает ругательство.

Как самостоятельный химический элемент никель был открыт в 1751 году шведским минерологом Акселем Фредриком Кронстедтом (швед. Axel Frederic von Cronstedt; 1722–1765). Этот химический элемент очень распространен в природе. В земной коре его содержание составляет около 0,01 % от массы. Почти весь природный никель встречается только в соединениях, металлический никель обнаружен лишь в железных метеоритах (до 8 %). Больше всего никеля содержится в сульфидных и мышьяк-содержащих медно-никелевых рудах. Ядро Земли примерно на 5 % состоит из никеля. По запасам никеля Россия занимает первое место в мире. Существуют огромные градообразующие металлургические комбинаты («Норильский никель»), снабжающие никелем весь остальной мир [6].

подавляющая часть никеля используется для получения сплавов с другими металлами (Fe, Cr, Cu и другими), отличающихся высокими механическими, антикоррозионными, магнитными или электрическими и термоэлектрическими свойствами. В связи с развитием реактивной техники и созданием газотурбинных установок особенно важны жаропрочные и жаростойкие хромоникелевые сплавы. Сплавы Никеля используются в конструкциях атомных реакторов, в производстве сердечников электромагнитов, в радиационных технологиях; в медицине при изготовлении брекет-систем и при протезировании. Значительное количество Никеля расходуется для производства щелочных аккумуляторов и антикоррозионных покрытий. Ковкий Никель в чистом виде применяют для изготовления листов, труб и т. д. Он используется также в химические промышлен-

ленности для изготовления специальной химической аппаратуры и как катализатор многих химических процессов [4, 10].

Биологическая роль никеля [7, 8]

Никель – это микроэлемент, участвующий в кроветворении и окислительно-восстановительных процессах, обеспечивая клетки тканей кислородом. Он входит в состав эритроцитов, снижает эффекты адреналина, оказывает благотворное успокаивающее действие на нервную систему. При большой кровопотере, его применяют в виде инъекций для стимуляции кроветворения, синтеза красных кровяных телец. Всасывание никеля в кровяном русле происходит под влиянием соляной кислоты, которая содержится в желудочном соке.

Никель участвует в обмене витаминов С, В12, отвечает за сохранность структуры клеточной мембраны в нормальном состоянии.

В организме взрослого человека находится около 15 мг никеля [9].

Содержание его во внутренних органах зависит от возраста, пола, физиологического состояния здоровья, веса, условий окружающей среды. Установлено, что во время беременности, кормления грудью у женщин увеличивается абсорбция никеля. Помимо этого, с возрастом элемент накапливается в легких.

Суточная потребность организма в соединении – 100–300 микрограмм.

В органах человека никель в наибольшем количестве концентрируется в гипофизе (черном веществе среднего мозга), печени, поджелудочной железе, надпочечниках. Никель, поступивший с продуктами питания, усваивается в пищеварительном тракте человека на 1–10 %. При этом, апельсиновый сок, молоко, кофе, чай, аскорбиновая кислота снижают его абсорбцию. Беременность, кормление грудью, дефицит железа, наоборот, увеличивают его всасывание.

Транспортируется никель непосредственно с альбумином сыворотки. В плазме крови элемент содержится преимущественно в связанном состоянии с белками альфа-1-гликопротеином и никелоплазмином (альфа-2-макроглобулином).

Никель на 95 % выводится из организма человека с фекалиями, а оставшиеся 5 % – с желчью, потом, мочой.

Никель – активный аллерген, который вызывает экзему, контактный дерматит у людей, чувствительных к данному металлу. Возможные причины развития побочных реакций – контакт с кожей бытовых предметов, заклепок на одежде, украшений, в составе которых присутствует никель.

Значение никеля для поддержания здоровья живых организмов находится на стадии изучения. Однако, известно, что элемент участвует в структурной организации, функционировании ДНК, РНК, белка.

Полезные свойства никеля:

- регулирует жировой, углеводный обмены;
- активизирует действие инсулина, увеличивая гипогликемическую активность;
- снижает артериальное давление;
- влияет на процессы кроветворения в сочетании с железом, кобальтом и медью, способствует созреванию молодых эритроцитов и повышению уровня гемоглобина;
- участвует во многих окислительно-восстановительных процессах в тканях, в том числе обеспечивает кислородом клетки;
- угнетает действие адреналина;
- участвует в синтезе гормонов;
- окисляет витамин С;
- усиливает и активизирует ряд ферментов (в том числе аргиназу); важен для гормональной регуляции организма;
- регулирует диуретическое влияние гипофиза;
- оказывает успокаивающее действие;
- выводит кортикостероиды с мочой;
- влияет на ферментативные процессы, ускоряет трансформацию сульфгидрильных групп в дисульфидные;
- поддерживает нормальный уровень кальция [2];
- участвует в функционировании и структурной организации белков, ДНК и РНК;
- необычайно важен для роста мышц.

При достаточном количестве цианокобаламина (витамина В12) в организме человека, никель стимулирует рост мышц, недостатке – вызывает обратный эффект.

Ещё с XIX столетия и до сих пор соли никеля успешно применяются в комплексном лечении заболеваний кожных покровов (псориаза, экзем, дерматитов). Также он показан при астенических состояниях, гипертонии, сахарном диабете.

Пищевые источники никеля

Ежедневно до четверти никеля от суточной нормы поступает с водопроводной жесткой водой, которая за ночь настаивается в трубах, обогащаясь этим элементом. Помимо этого, главными пищевыми источниками никеля выступают чистый какао-порошок, горько-сладкий шоколад. Причины высокой концентрации никеля в данных изделиях – постоянный контакт сырья с машинами из нержавеющей стали, мощный процесс переработки. Помимо этого, лидерами по содержанию соединения являются бобовые.

Таблица 36. Содержание никеля в продуктах питания [1, 8, 11, 12]

Продукт	Никель мкг в 100 г продукта	Продукт	Никель мкг в 100 г продукта
Какао-порошок	980	Кешью	510
Шпинат	390	Соя	304
Шоколад горький	250	Зеленый горошек	250
Фасоль	170	Чечевица	160
Миндаль	125	Шоколад молочный	120
Пшеница мягкая	85,6	Овёс	80,3
Кукуруза	80	Печень говяжья	63
Овсяные хлопья	50	Крупа овсяная	48,3
Фисташки	40	Фундук	35
Толокно	33,0	Рожь	30
Ставрида х/к	28,0	Крупа кукурузная	23,4
Ячневая крупа	23	Пшеница твёрдая	21,6
Мука 2 сорта из мягкой пшеницы	20,0	Крупа перловая	20,0
Черная смородина	18,0	Груша	18,0
Яблоко	18,0	Виноград	16,0
Вишня	15,0	Капуста белокочанная	15,0
Свекла	14,0	Редис	14,0
Шпроты в масле	14,0	Печень трески консервы	14,0
Помидоры	13,0	Свинина	12,0
Крупа манная	11,5	Кальмар филе мясо	11,0
Креветка мясо	11,0	Крупа гречневая	10,0
Мука 1 сорта из мягкой пшеницы	9,3	Треска	9,0
Путассу	9,0	Пшено шлифованное	8,8
Говядина	8,6	Абрикосы	8,0
Сардина мороженая	8,0	Сельдь нежирная	8,0

Минтай	7	Пикша	7
Хек	7	Навага	7
Карп	7	Окунь	6
Судак	6	Скумбрия	6
Щука	6	Камбала	6
Тунец	6	Картофель	5
Персик	4	Крупа рисовая	2,7

Во избежание перенасыщения рациона никелем и развития симптомов передозировки, рекомендуется исключить из меню продукты с высоким содержанием микроэлемента, заменяя их изделиями с низким составом минерала. К таким изделиям относят: лук, капусту, мясо птицы, огурцы, тыкву, морковь, молоко, говядину, колбасы, капусту брокколи. Содержание никеля в данных продуктах не превышает 15 микрограмм на 100 грамм пищи.

К никельсодержащим напиткам относятся пиво, чай, кофе. Потребление «жидких» источников этого микроэлемента ограничьте до двух-трех чашек в день.

Таким образом, табачный дым, консервы, бобовые и шоколадные приводят к перенасыщению и отравлению организма никелем. Для сохранения здоровья следует исключить их из ежедневного меню.

Аллергикам на никель рекомендуется избегать контакта с предметами, провоцирующими реакцию, исключить прием продуктов с умеренным и высоким содержанием соединения (свыше 40 микрограмм на 100 грамм изделия), отказаться от использования косметических средств, украшений, содержащий никель. Помимо этого, при работе с металлом использовать средства защиты кожных покровов и дыхательных путей (латексные перчатки, маски).

Недостаток никеля в организме

Недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы.

Учитывая, что он широко распространен в продуктах питания, дневной рацион среднестатистического человека, как правило, содержит двойную дневную дозу полезного вещества (500–600 микрограмм).

Признаки дефицита никеля в организме:

- снижение уровня гемоглобина, холестерина и гематокрита;
- вялость, слабость в мышцах;
- увеличение уровня сахара в крови;

- гипопигментация кожи;
- уменьшение двигательной активности;
- патологические изменения в печени.

Антагонистами никеля выступают сера, железо, цинк, витамин С, селен.

Длительный дефицит никеля способствует появлению дерматита, проблем с перикардом, укорочению нижних конечностей, задержке физического развития, снижает сопротивляемость организма заболеваниям.

Избыток никеля в организме [3, 6-8, 11]

Избыток никеля в организме человека встречается гораздо чаще, чем недостаток. Наибольшей токсичностью обладают сульфат, хлорид никеля из-за хорошего растворения в воде. Менее токсичными являются нерастворимые соединения: оксалат, фосфат, силикат.

Избыток никеля в бытовых условиях можно получить в результате использования некачественной посуды, дешевых украшений и зубных протезов, в состав которых входит данный минерал. Помимо этого, никель присутствует в табаке, поэтому курильщики также находятся в зоне риска.

В производстве получить передозировку никелем гораздо легче, чем в бытовых условиях. Это связано с тем, что образуемые при переработке металлов карбонильный никель, никелевая пыль, имеют способность накапливаться в организме, что ведет к быстрому отравлению.

Дефицит кальция, магния, железа увеличивает абсорбцию металла.

При постоянном контакте человека с парами, пылью, соединениями никеля или в результате получения разовой сверх дозы элемента (50 миллиграмм) с продуктами, медицинскими препаратами, водопроводной водой, развивается острое воспаление кожи – контактный дерматит, кератит, витилиго, астма, артрит, ослабевает клеточный иммунитет, замедляется деятельность ферментов, гормонов.

В тяжелых случаях, работа с оксидами или сульфидом элемента на протяжении 2 лет и более способна привести к появлению опухоли легких, носоглотки, болезней верхних дыхательных путей, нарушению координации движений (атаксии).

Признаки и последствия отравления организма:

- головные боли, тошнота, рвота, одышка;
- чрезмерная возбудимость ЦНС или, наоборот, снижение реакции на стрессовые раздражители, неврастения;
- повышение температуры тела;
- дефицит магния, избыток железа или цинка;
- депигментация кожи (витилиго);
- замедление роста и развития у детей;
- проблемы с пищеварением;

- дистрофия печени, почек;
- никелевый дерматит, экзема, зуд, посинение кожных покровов;
- сердечная недостаточность, тахикардия, скачки артериального давления;
- нарушение обмена углеводов;
- изменения в кроветворении, анемия;
- пониженный иммунитет и сопротивляемость инфекционным заболеваниям;
- раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, ринит, носовые кровотечения, полнокровие;
- астма;
- замедление роста костных тканей;
- болезни щитовидной железы, репродуктивных органов;
- конъюнктивиты и кератиты, осложняемые изъязвлением роговицы;
- уробилин в моче;
- отеки легких, головного мозга;
- боли в подреберье справа;
- нарушение функций репродуктивной системы;
- повышение риска развития онкологических заболеваний, в том числе рака легких, почек, кожи (особенно вследствие отравления карбонилем никеля, который является страшным канцерогеном);

Лечение отравления никелем [5]

Первая помощь при остром отравлении никелем: удаление больного из помещения, загрязненного соединениями никеля, тепло, абсолютный покой в течение 3–5 дней после отравления, при цианозе и одышке – ингаляция чистого кислорода, по показаниям, как антиспазматическое – эуфиллин (внутрь по 0,2 г 2–3 раза в день или внутримышечно по 2–3 мл 12% раствора); через каждые 6 час. в течение первых двух суток и два раза в день в последующие 8 дней, внутримышечно введение антидота димеркаптола по 3–5 мг на 1 кг веса больного; внутривенное вливание 5–10 мл 10% раствора хлорида кальция и 10–20 мл 40% раствора глюкозы; кровопускания; по показаниям – сердечные.

Профилактика отравлений никелем [5]

Выявлять лиц с повышенной чувствительностью и не допускать их к работе с никелем. Предупреждение контакта кожи работающих с соединениями никеля. Механизация погрузки и выемки изделий при никелировании. Применение специальных защитных покрытий для ванн при электролитическом получении никеля. Использование специальных перчаток, передников, смазывание кожи рук защитными мазями. Герметизация оборудования

с устройством соответствующей местной механической вытяжной вентиляции. Предельно допустимая концентрация соединений никеля в воздухе производственных помещений 0,5 мг/м³.

Все работающие с соединениями никеля подвергаются периодическим медосмотрам один раз в шесть месяцев комиссией в составе терапевта, невропатолога, дерматолога, рентгенолога.

Литература

1. Миндаль. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/mindal>.
2. Никель. <http://fitfan.ru/nutrition/vitamins/3292-nikel.html>.
3. Никель. <https://my-health.ru/content/327-nikel>.
4. Никель. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=28>.
5. Никель. <http://www.medical-enc.ru/13/niccolumn.shtml>.
6. Никель в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1640-nikel-v-organizme-cheloveka.html>.
7. Никель в организме: значение, нехватка и избыток, никель в продуктах. <http://xn---htbbacbpccnglso1ag.xn--p1ai/food/nikel.html>.
8. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ НИКЕЛЕМ. <http://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-nikelem>.
9. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
10. Сферы применения никеля. <http://www.protown.ru/information/hidden/5587.html>.
11. Таблица содержания никеля в продуктах питания (в 100 г). <http://happy-womens.com/tablitza-soderzhaniya-nikelya-v-produktah-pitaniya-v-100-g.html>.
12. Фундук. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/funduk>.

1.3.16. Хром

Хром (лат. Chromium), Cr, химический элемент VI группы периодической системы Менделеева, атомный номер 24, атомная масса 51,996; ме-

талл голубовато-стального цвета. Хром открыт в 1797 году Луи-Николя Вокленом (фр. Louis-Nicolas Vauquelin; 1763–1829) в минерале крокоите – природном хромате свинца $PbCrO_4$. Название Хром получил от греческого слова *chroma* – цвет, краска (из-за разнообразия окраски своих соединений). Независимо от Воклена Хром был открыт в крокоите в 1798 году немецким ученым Мартином Генрихом Клапротом (нем. Martin Heinrich Klaproth; 1743–1817). Среднее содержание Хрома в земной коре (кларк) $8,3 \cdot 10^{-3}\%$. содержание Хрома в морской воде $0,00005$ мг/л [8].

Использование Хрома основано на его жаропрочности, твердости и устойчивости против коррозии. Больше всего Хрома применяют для выплавки хромистых сталей. Алюмино- и силикотермический Хром используют для выплавки нихрома, нимоника, других никелевых сплавов и стеллита. Значительное количество Хрома идет на декоративные коррозионно-стойкие покрытия. Широкое применение получил порошок Хром в производстве металлокерамических изделий и материалов для сварочных электродов. Хром в виде иона Cr^{3+} – примесь в рубине, который используется как драгоценный камень и лазерный материал. Соединениями Хрома протравливают ткани при крашении. Некоторые соли Хрома используются как составная часть дубильных растворов в кожевенной промышленности; $PbCrO_4$, $ZnCrO_4$, $SrCrO_4$ – как художественные краски. Из смеси хромита и магнезита изготавливают хромомагнезитовые огнеупорные изделия [8].

Важное влияние хрома на организм человека было определено после проведения опыта на крысах в конце 1950-х годов. В США, Уолтер Мерц и Кеннет Шварц, в качестве эксперимента кормили крыс пищей, скудной на хром, что привело к появлению у животных непереносимости сахара, но при добавлении его в рацион, эти симптомы исчезали [10].

Биологическая роль хрома [1, 12, 15]

Хром (Cr) – это жизненно важный микроэлемент, являющийся постоянным составным компонентом тканей человеческого тела. В организме человека содержится около 14 мг хрома [6].

Значительное количество его сконцентрировано в коже, а также в костной ткани и мышцах. С возрастом количество хрома в организме снижается. Показателем обеспеченности организма человека является суточное выведение хрома с мочой (в норме 5–10 мкг/сут). Оценку содержания хрома в организме проводят по результатам исследований крови, мочи и волос. Среднее содержание хрома в плазме крови составляет $0,1–0,5$ мкг/л, в моче $0,1–1,5$ мкг/л, в волосах $0,2–2,0$ мкг/г. О риске интоксикации хромом свидетельствует повышенная концентрация хрома в моче (до 25–50 мкг/г) и волосах (более 5–15 мкг/г). Определение содержания хрома в плазме и сыворотке крови не представляет интереса с токсикологической точки

зрения, поскольку в этих биосубстратах он находится в виде относительно безопасной трехвалентной фракции. Шестивалентный хром накапливается в клетках, поэтому его определение в эритроцитах имеет значение для диагностики в медицине труда [7]

Недостаток и переизбыток хрома оказывают негативное влияние на общее самочувствие и в целом на здоровье человека.

Хром выполняет в теле человека целый спектр жизненно важных функций:

- регулирует концентрацию глюкозы, вступая в химическое соединение с инсулином и активируя его, поэтому происходит снижение в крови уровня сахара и предотвращение его появления в моче;
- нормальный уровень хрома в крови приводит к повышению чувствительности рецепторов клеток к инсулину;
- способствует синтезу новых белков в организме;
- активизирует тканевое дыхание;
- обеспечивает каждую клетку человеческого организма энергией;
- способствует разрушению триглицеридов и образованию новых жиров, которые уже не представляют опасности для человека;
- обеспечивает транспорт многих веществ с участием специального белка;
- нормализует работу нервной системы, предупреждая чувство страха и повышенную тревожность;
- предотвращает усталость;
- в сочетании с витамином С сдерживает прогрессирование глаукомы;
- нормализует либидо;
- увеличивает подвижность сперматозоидов;
- защищает генетический материал клеток от мутаций;
- выводит из организма излишки холестерина;
- регулирует массу тела;
- ликвидирует дисфункции щитовидной железы;
- форсирует регенерационные процессы, способствует ускоренному заживлению ран;
- приводит в норму давление и поддерживает его на оптимальном уровне;
- укрепляет кости.

Наряду с этим он создает условия для выведения из организма радионуклидов, токсинов и иных вредных веществ.

Нормы потребления хрома [11, 14]

Физиологическая потребность в хrome зависит от пола, возраста и привычного образа жизни. В частности, нормы ежедневного потребления указанного вещества составляют:

- 1-3 года – 11 мкг;
- 3-11 лет – 15 мкг;
- 11-14 лет – 25 мкг;
- 14-18 лет – 35 мкг.
- Женщины от 18-ти лет и старше – 50 мкг;
- Беременные женщины – 100-120 мкг.
- Мужчины от 18-ти лет и старше – 60-70 мкг:
- Спортсмены – 120-200 мкг.

Факторами, способными увеличить суточную потребность в хrome вплоть до 200 мкг, признаются:

- регулярные интенсивные занятия спортом;
- период вынашивания плода;
- чрезмерные физические нагрузки;
- злоупотребление рафинированными пищевыми продуктами (конфетами, мукой, сахаром, газированными напитками и др.);
- инфекционные заболевания различного генеза;
- недостаточное поступление белковой пищи;
- стрессовые ситуации.

В организм соединения хрома поступают с пищей, водой и воздухом.

Биоусвояемость хрома из неорганических соединений в желудочно-кишечном тракте всего 0,5–1%, однако она возрастает до 20–25% при введении хрома в виде комплексных соединений (пиколинат, аспарагинат). Шестивалентный хром усваивается в 3–5 раз лучше, чем трехвалентный.

Многочисленные диетические факторы влияют на биодоступность хрома. Так, абсорбция хрома возрастает при наличии оксалатов и снижается при дефиците железа. На всасывание оказывают влияние также физиологические факторы, например, старение.

Всасывание хрома происходит преимущественно в тощей кишке, при этом неосвоенный хром выводится через кишечник.

Усвоенный хром выводится из организма главным образом через почки (80%) и в меньшей степени через легкие, кожу и кишечник (около 19%). Абсорбированный неорганический трехвалентный хром выделяется в основном почками, в небольших количествах – с выпадающим волосами, потом и желчью. Большие количества хрома могут быть потеряны с желчью. В транспорте хрома главную роль играют трансферрин и альбумин.

Цинк и железо в виде хелатирующих соединений могут выступать в роли синергистов хрома.

Таблица 37. Содержание хрома в продуктах питания [1, 2, 4, 5]

Основными пищевыми источниками хрома являются различные виды рыбы, мясные продукты и птица. Тем не менее, значимое количество его

присутствует в бобовых, крупах, овощах, молочных продуктах и некоторых фруктах. Более подробные данные о том, в каких продуктах содержится хром, приведены в таблице.

Наименования продуктов	Содержание Сг мкг в 100 г	Наименования продуктов	Содержание Сг мкг в 100 г	Наименования продуктов	Содержание Сг мкг в 100 г
Пивные дрожжи	5000	Фундук	170	Пеламида	101
Бразильский орех	100	Мак	98	Филе тунца	92
Лосось	57	Кета	57	Анчоусы	57
Горбуша	57	Скумбрия	56	Щука	56
Карась	56	Сардина	56	Камбала	56
Карп	56	Скумбрия	56	Навага	56
Мойва	56	Сельдь	55	Сом	54
Минтай	54	Зубатка	54	Креветки	54
Сазан	54	Вареные колбасы	38	Вареное мясо утки	37
Говяжья печень	33	Отварное мясо курицы	32	Копченые колбасы	32
Говяжьи почки, сердце	30	Куриные окорока	29	Финики сушеные	29
Груша	27	Яичный желток	26	Куриное филе	26
Куриные яйца	26	Кукурузная крупа	24	Мясо цыпленка	23
Грудка бройлера	22	Брокколи	22	Свекла	21
Мясо перепела	20	Говяжий язык	20	Сухое молоко	19
Цельное молоко	18	Соевые бобы	17	Перепелиные яйца	16
Утка	15	Яичный порошок	15	Персики, Миндаль	15
Жирная свинина	14	Свежие грибы	14	Овсяная крупа	14

Зерновые	13	Шампиньоны	13	Редис	12
Сухой белок	12	Редька	12	Мясо индейки	12
Ячмень	11	Чернослив	11	Чечевица	10
Пшениная крупа	10	Изюм	9	Картофель	9
Фасоль	9	Сыр	9	Говядина	9
Мясо гуся	9	Баранина	9	Крольчатина	9
Горох свежий	8	Гусь	8	Гречневая крупа	6
Грунтовые огурцы и томаты	6	Вишня	6	Семена подсолнечника	5
Томаты	5	Сладкий перец	5	Белокочанная капуста	4
Масло подсолнечное не рафинированное	4	Лук репчатый	4	Слива	4

Важно помнить о том, что при кулинарной обработке теряется до 90 % присутствующего в пище хрома. Именно поэтому рацион целесообразно обогащать теми продуктами, которые не требуют особой термообработки. В организме максимально: лучше всего он усваивается в следующих сочетаниях «мясо – овощи» или «рыба – овощи»; помогает его полноценному усвоению витамин С; и наоборот: мешают – рафинированный сахар, газированные напитки, мука тонкого помола; при готовке лучше воспользоваться посудой из нержавеющей стали. Для того чтобы с помощью хрома сохранить свое здоровье и сбросить лишние килограммы лучше всего при составлении меню отдать предпочтение блюдам из рыбы, овощным салатам, а на десерт съедать немного орехов и сухофруктов.

Недостаток хрома в организме [1, 2, 12, 14, 15]

Дефицит хрома в организме может развиваться при Доказана прямая взаимосвязь между нехваткой хрома в организме и возникновением диабета 2 типа (инсулиннезависимый диабет). И наоборот, если больные диабетом будут получать достаточное его количество с пищей – многие симптомы этого грозного заболевания (жажда, утомляемость, частое мочеиспускание) становятся менее интенсивными. Нехватка хрома напрямую связана

с так называемой нетипичной депрессией, когда и жизнь не мила, и делать ничего не хочется, привлекает только сладкое, а в результате лишние килограммы так и прилипают к фигуре.

Основными причинами формирования дефицита хрома в организме признаются:

- пониженное поступление данного микроэлемента в организм, обусловленное неграмотным составлением рациона, соблюдением слишком строгих диет, голоданием и другими причинами;
- болезни, ведущие к расстройству кишечного всасывания (энтериты, целиакия, «дырявый кишечник»);
- нехватка белка в организме, так как альбумины необходимы для доставки хрома в те места, где он необходим;
- повышенное расходование хрома при беременности, инфекционных заболеваниях различной этиологии, в стрессовых ситуациях, при операциях и травмах, при повышенной физической нагрузке;
- наличие диабета или болезней сердца (увеличивается выведение хрома);
- злоупотребление углеводистой пищей – белым хлебом, макаронными изделиями, сладостями и др.;
- дефицит железа, при котором уменьшается всасывание хрома;
- прием больших доз кальция.

Последствиями недостаточного содержания хрома в тканях и органах человеческого тела являются:

- задержка роста в детском возрасте, в том числе и внутренних органов, что приводит к их функциональной недостаточности;
- нарушения интеллекта;
- ухудшение памяти;
- нарушение эмоционального фона;
- частые перепады настроения, истерики;
- повышенная слабость, постоянное чувство усталости, неспособность долго заниматься одним и тем же делом;
- нарушения сна;
- ощущение беспричинной тревоги;
- головные боли;
- понижение чувствительности рук и ног;
- дрожание конечностей;
- утрата способности полноценно координировать работу мышц;
- невралгия;
- повышенное содержание триглицеридов в плазме крови;
- рост уровня холестерина в крови, развитие симптоматики атеросклероза;

- заметное изменение массы тела (рост, понижение);
- повышение вероятности возникновения ишемии сердца;
- рост уровня глюкозы в составе крови, влекущий за собой развитие гипер- и гипогликемии, возникновение сахарного диабета;
- невосприимчивость алкоголя, при употреблении которого появляется тошнота и рвота, слабость, головная боль, что связывают с нарушением активности ферментов, участвующих в метаболизме этилового спирта (снижается активность алкогольдегидрогеназы);
- сбои в функционировании репродуктивной системы у представителей сильного пола;
- выраженный предменструальный синдром у женщин.

При выявлении симптомов дефицита хрома необходимо произвести корректировку рациона, обогатив его рыбой, мясом, птицей и другими хромсодержащими продуктами. Для восполнения дефицита хрома в организме человека назначают следующие лекарственные средства и витаминно-минеральные комплексы [9]:

- хлорид хрома;
- хрома никотинад;
- пиколинат хрома;
- карнитин плюс хром;
- центури 200;
- хром хелат.

Приводят к уменьшению поглощения хрома следующие лекарственные средства: антациды, кортикостероиды, циметидин, фамотидин, низатидин, ранитидин, омепразол, лансопризол, рабепразол, пантопризол, эзомепразол.

Препараты, способствующие улучшению усвоения хрома: атенолол, пропранолол, никотиновая кислота, нестероидные противовоспалительные средства (НПВС): ибупрофен, индометацин, напроксен, пироксикам, аспирин.

Переизбыток хрома в организме

Токсичность хрома в чистом виде достаточно слабая. Для появления негативных эффектов, которые возникают на фоне передозировки, человек должен заполучить «лошадиную» дозу, равняющуюся 2000 мкг.

Доза, необходимая для летального исхода – 3 грамма. Для того чтобы набрать ее, человеку придется употребить не менее трехсот граммов порошкового хрома.

Поэтому переизбыток хрома в организме – это редкое явление, которое ни при каких обстоятельствах не может быть обусловлено употреблением в пищу хромсодержащих продуктов. Причинами передозировки хрома могут стать:

- длительный неконтролируемый прием лекарственных препаратов или пищевых добавок, одним из компонентов которых является хром;
- повышенная концентрация данного микроэлемента в воздухе;
- дефицит цинка и железа, способствующий повышению усвояемости хрома;
- обменные сбои.
- Факторами, сигнализирующими о формировании переизбытка хрома в органах и тканях, являются:
- нервные расстройства, чрезмерная раздражительность;
- повышение вероятности развития аллергических реакций – сыпь на коже, кожный зуд, отечность век, осиплость голоса, нарушение дыхания, повышенное слезотечение, слизистые выделения из носа и т.д.;
- развитие воспалительных заболеваний, сопровождающихся изъязвлением слизистых эпителиальных тканей;
- почечная недостаточность (почки участвуют в выведении хрома из организма);
- печеночная недостаточность, так как печень принимает активное участие в метаболизме хрома;
- повышение риска появления опухолевых новообразований.

Лечение отравления хромом [3]

При язвах на коже рекомендуется кварцевое облучение. При симптомах токсического поражения печени – соответствующая диета, витамины и др.

Для нейтрализации токсического действия хрома и быстрейшего его выведения рекомендуется курс лечения унитиолом.

При наличии язв на коже или слизистой носа – временный перевод на работу, не связанную с воздействием раздражающих веществ, до полного излечения. Если, несмотря на лечебно-профилактические мероприятия, язвенный процесс рецидивирует, показано постоянное, трудоустройство. Законченная перфорация носовой перегородки не является противопоказанием для продолжения работы с хромом.

При аллергических заболеваниях (дерматитах, бронхиальной астме) – постоянное трудоустройство – перевод на работу, не связанную с контактом (как прямым, так и косвенным) с соединениями хрома.

При явлениях хронической интоксикации (выраженные изменения верхних и глубоких дыхательных путей, выраженные нарушения функции желудка и печени, особенно язвенные процессы) дальнейшая работа с хромом противопоказана.

Литература

1. В каких продуктах содержится хром. <http://onwomen.ru/v-kakih-produktah-soderzhitsya-hrom.html>.
2. В каких продуктах содержится хром. http://www.davajpohudeem.com/pitanie_dlia_pohudeniya/sostav-produktov/v-kakix-soderzhitsya-xrom.html.
3. Лечение отравления хромом. <http://studbooks.net/1479063/bzhd/hrom>.
4. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ ХРОМОМ. <http://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-hromom>.
5. Продукты питания богатые хромом (Cr). <http://edaplus.info/minerals/products-containing-chromium.html>.
6. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
7. Реутин С. В. РОЛЬ ХРОМА В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. Выпуск № 4 / 2009, 50-5. <http://cyberleninka.ru/article/n/rol-hroma-v-organizme-cheloveka>.
8. Хром. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=24>.
9. Хром. <http://www.poedim.ru/content/1407-hrom>.
10. Хром – влияние на организм человека (польза и вред). <http://xcook.info/makroelementy/hrom.html>.
11. Хром в организме человека. <http://kakievitaminy.ru/vitaminy-i-mineraly/hrom>.
12. Хром в организме человека, зачем, кому, сколько его надо. <https://pishhaizdorove.com/xrom-v-organizme-cheloveka-zachem-komu-skolko-ego-nado>.
13. Хромсодержащие продукты питания. <http://progid.ru/pitatelnyeveshhestva-v-produktax/xromsoderzhashhie-produkty-pitaniya>.
14. Хром (Cr). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesakhrom-proshchajte-diabet-i-ozhireniye>.
15. Хром (Cr) значение для организма человека. <http://vitaminba.ru/mineral/hrom>.

1.3.17. Марганец

Марганец (лат. Manganum), Mn, химический элемент VII группы периодической системы Менделеева; атомный номер 25, атомная масса 54,9380; тяжелый серебристо-белый металл. В природе элемент представлен одним стабильным изотопом ^{55}Mn .

Минералы Марганца известны издавна. Среднее содержание Марганца в земной коре 0,1%, в большинстве изверженных пород 0,06-0,2% по массе. Речные воды бедны Марганцем (10^{-6} - 10^{-5} г/л), однако суммарный вынос этого элемента реками огромен, причем основная его масса осаждается в прибрежной зоне. Еще меньше Марганца в воде озер, морей и океанов; во многих местах океанического дна распространены железо-марганцевые конкреции, образовавшиеся в прошлые геологические периоды [5].

Марганец – химический элемент, получить и выделить который в виде простого вещества впервые удалось Карлу Вильгельму Шеёле (швед. Carl Wilhelm Scheele; 1742–1786) в 1774 году. Однако сделал он это совместно с Юханом (Йохан, Иоганн) Готлибом Ганом (швед. Johan Gottlieb Gahn; 1745–1818), который завершил процесс выплавки кусочка металла. Но им не удалось полностью избавиться его от примесей и получить 100% выход продукта. Тем не менее, именно это время стало открытием данного атома. Эти же ученые предприняли попытку дать название, как первооткрыватели. Ими был выбран термин манганезиум. Однако после открытия магния началась путаница, и название марганца в 1908 году было изменено на современное (Сэр Гемфри Дэви или Хэмфри Дэви, англ. Humphry Davy, 1778–1829) [7].

Так как марганец – химический элемент, свойства которого являются весьма ценными для многих металлургических процессов, со временем появилась необходимость все же найти способ получения его в максимально чистом виде. Данная проблема решалась учеными всего мира, но сумела разрешиться лишь в 1939 году благодаря работам Агладзе Рафаэля Ильича. (1911–1983) – советского ученого-химика. Именно он нашел способ, которым можно из сульфатов и хлоридов марганца электролизным путем получить чистый металл с содержанием вещества 99,98%. Теперь этот метод применяется во всем мире [1, 2].

Основной потребитель Марганца – черная металлургия, расходующая в среднем около 8-9 кг Марганца на 1 т выплавляемой стали. Малолегированная конструкционная и рельсовая сталь содержит 0,9 – 1,6% Mn; высоколегированная, очень износоустойчивая сталь с 15% Mn и 1,25% C была одной из первых легированных сталей. В СССР производится безникелевая нержавеющая сталь, содержащая 14% Cr и 15% Mn.

Сплавы меди с Марганцем применяют для изготовления турбинных лопаток; марганцовые бронзы – при производстве пропеллеров и других

деталей, где необходимо сочетание прочности и коррозионной устойчивости. Почти все промышленные алюминиевые сплавы и магниевые сплавы содержат Марганец. Разработаны деформируемые сплавы на основе Марганца, легированные медью, никелем и других элементами. Гальваническое покрытие Марганца применяется для защиты металлических изделий от коррозии.

Соединения Марганца применяют и при изготовлении гальванических элементов; в производстве стекла и в керамической промышленности; в красильной и полиграфической промышленности, в сельском хозяйстве и т. д. [5].

Биологическая роль марганца [6]

Марганец важен для нормального роста костей. Это очень эффективный микроэлемент для повышения минеральной плотности костей, особенно в период менопаузы у женщин. Антиоксидантные свойства марганца способствуют выведению из организма свободных радикалов, которые разрушают клетки человека.

Марганец проявляет свою эффективность в борьбе с высоким уровнем сахара в крови. Низкий уровень марганца в организме может послужить причиной эпилептических припадков. Марганец входит в состав активного центра ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах (супероксиддисмутазы и пируваткиназы). Также является составной частью ферментов, участвующих в формировании соединительной ткани, он способствует росту и нормальному состоянию хрящей и костей, активируя также ферменты, которые участвуют в метаболизме холестерина, аминокислот, жиров, витамина Е и В1.

Марганец помогает при растяжениях и воспалениях связок и мышц. Женщинам, страдающим от предменструального синдрома, необходимо употреблять продукты, богатые марганцем.

Марганец необходим для нормального функционирования мозга и используется для лечения нервных расстройств.

В организме человека содержится около 12 мг марганца, который входит в состав печени, поджелудочной железы, почек, костной ткани и головного мозга [4].

Суточная потребность в марганце [3]

Взрослый организм – 0,2-0,3 мг на 1 кг массы тела.

- Дети 5-7 лет – 0,07-0,1 мг/кг;
- Подростки – 0,09 мг/кг веса;
- Норма потребления марганца взрослого человека – 2,5-5 мг в сутки;
- Норма потребления марганца детей – около 1-2 мг в день;

- Норма потребления марганца спортсменами – 7 - 8,5 мг в день;
- Суммарное потребление марганца в продуктах и препаратах не должно превышать 10 мг в день из-за риска побочных эффектов на нервную систему.

Таблица 38. Содержание марганца в продуктах питания [6, 8-12]

Продукт	Марганец мг в 100 г продукта	Продукт	Марганец мг в 100 г продукта
Зёрна кофе	90,0	Различные сорта чая	90,0
Шиповник сухой	54,0	Клюква	20
Пшеница	11,5	Кедровый орех	8,8
Пшеничная мука	7,0	Перец красный горький	6,5
Черный перец	5,6	Овес	4,9
Какао-порошок	4,6	Фундук	4,2
Съедобный каштан	4,0	Соевая мука	4,0
Фисташки	3,8	Орех мускатный	3,8
Баранки сдобные	3,8	Овсяные хлопья	3,6
Мука овсяная	3,6	Рис	3,6
Толокно	3,1	Желатин	3,0
Шоколад	3,0	Какао-бобы	2,9
Соя	2,8	Рожь	2,8
Хлеб зерновой	2,6	Фундук	21
Арахис	2,0	Миндаль	2,0
Оливковое масло	2,0	Греческий орех	1,9
Просо	1,9	Гречиха	1,8
Чеснок	1,7	Хлеб ржаной подовый	1,6
Ячмень	1,5	Фасоль	1,3
Укроп	1,3	Хлеб бородинский	1,2
Кукуруза	1,1	Шпинат	0,9
Ананас	0,9	Чеснок	0,8
Подберезовик	0,8	Виноград	0,7

Малина	0,7	Горох лущеный	0,7
Свекла	0,7	Зеленый горошек	0,6
Макаронные изделия	0,6	Черника	0,5
Фасоль	0,5	Лук-порей	0,5
Инжир	0,5	Картофель	0,4
Клубника	0,4	Лисички	0,4
Печень говяжья	0,36	Печень куриная	0,35
Баклажаны	0,3	Брюссельская капуста	0,3
Горчица	0,3	Бананы	0,3
Изюм	0,3	Чернослив	0,3
Салат	0,3	Печень свиная	0,27
Капуста	0,27	Брокколи	0,2
Цветная капуста	0,2	Фенхель	0,2
Морковь	0,2	Кукуруза	0,2
Зеленая фасоль	0,2	Спаржа	0,2
Сельдерей	0,2	Мед	0,2
Масло оливковое	0,2	Ракообразные	0,2
Рыба (красная)	0,2	Белый гриб	0,2
Абрикос	0,2	Болгарский перец	0,1
Огурцы	0,1	Соль	0,1
Помидоры	0,1	Авокадо	0,1
Слива	0,1	Лук	0,1
Сельдерей	0,1	Киви	0,1
Абрикосы	0,1	Груша	0,1
Лимон (плод)	0,005	Горчица	0,005
Мясо птицы домашней	0,005	Телятина	0,005
Говядина	0,005	Молоко	0,0004

Если человек употребляет в пищу большое количество сладкого, сдобного и других блюд с большим содержанием легко усваиваемых углеводов, это является причиной повышенного расхода марганца. Поэтому в раци-

оне необходимо увеличить количество продуктов, обогащенных этим микроэлементом.

Причины нехватки марганца [12]

- недостаточное поступление с продуктами питания;
- избыток лимонадов, консервов, кальция, меди, железа, цезия и ванадия;
- усиленное расходование марганца в результате психо-эмоциональных перегрузок.

Признаки нехватки марганца [4, 8, 13]

Если марганец с продуктами питания поступает в недостаточном количестве, это приводит к появлению симптомов его дефицита с такими симптомами:

- нарушение роста (его задержка), особенно если нехватка марганца развивается в детском возрасте;
- атрофические процессы в половых железах (яичниках у женщин и яичек у мужчин), что приводит к ановуляции, нарушению потенции и бесплодию;
- снижение минеральной плотности кости, которое сопровождается более частым возникновением переломов, склонность к растяжениям и вывихам;
- анемия и ее проявления – бледность кожи, выпадение волос, ломкость ногтей, повышенная утомляемость и другие;
- задержка роста волос и ногтей;
- витилиго;
- двигательные расстройства, боли в мышцах судороги и спазмы, нарушения сократительной функции мышц;
- ухудшение памяти, заторможенность мышления;
- головокружение, слабость, утомляемость;
- нарушение зрения;
- ослабление иммунитета, аллергические реакции, риск онкологических заболеваний;
- высокий уровень холестерина;
- ранний климакс, преждевременное старение;
- увеличение лишнего веса, ожирение, предрасположенность к диабету;
- остеопороз в климактерическом периоде;
- склонность к психическим расстройствам;
- рвота.

Оптимальное употребление продуктов богатых марганцем является одним из способов улучшить состояние организма, укрепить здоровье человека. Марганец – это один из основных микроэлементов, необходимых для нормального синтеза гормонов. Он включается в химическую формулу тироксина и трийодтиронина, а также инсулина. Поэтому дефицит этого микроэлемента может стать причиной гипотиреоза, сахарного диабета и других патологических состояний:

- Сахарный диабет
- Гипотиреоз
- Эндемический или спорадический зоб
- Аутоиммунный тиреоидит
- Неврозы
- Психоэмоциональная возбудимость
- Синдром хронической усталости
- Жировая дистрофия печени.

Избыток марганца [4, 8, 13]

Случаи отравления марганцем, содержащимся в продуктах неизвестны, но известны факты острого отравления марганцем из воды при экологическом загрязнении и марганцевой пылью на производстве.

Люди, занятые на вредных производствах особо подвержены возникновению переизбытка марганца. Основная масса таких людей трудится на сталеплавильных и нефтеперерабатывающих заводах, станциях электротехники, шахтах по добыче минеральных руд, сварных производствах. Этим категориям населения противопоказаны кофе, зеленый чай, какао и прочие продукты с большим содержанием марганца. Также этим людям настоятельно рекомендуется повышенное потребление продуктов, в которых много витамина D. Или, максимум из потребляемых продуктов, подвергать длительной тепловой обработке. Марганец в продуктах с большой концентрацией приводит также к накоплению в организме фосфора, железа, меди и цинка [9].

Избыток марганца приводит к появлению таких симптомов, как:

- плохой аппетит;
- сонливость, снижение активности;
- ухудшение памяти;
- парестезия;
- риск возникновения болезни Паркинсона;
- заторможенность;
- депрессия.
- галлюцинации;
- энцефалопатия;

- мышечные боли, нарушение тонуса мышц вплоть до их атрофии;
- поражение лёгких.

Крайняя степень избытка марганца в организме приводит к развитию марганцевого рахита. По клиническим проявлениям он мало отличается от классического рахита.

Основными симптомами этого заболевания являются:

- Сниженный мышечный тонус.
- Позднее начало удерживания головки.
- Запоздалое сидение и ползание.
- Повышенная раздражительность ребенка.
- Плохой аппетит.
- Повышенное потоотделение в затылочной области.
- Выпадение волос на затылке.
- Запоздалое закрытие родничка.
- Впадение на груди.
- Искривление ног (X- или O-образные ноги).
- Башенный череп.
- Позднее прорезывание молочных зубов.

При появлении подобных признаков обязательно проверить уровень кальция и марганца в крови, а также посетить педиатра. В большинстве случаев это начальные обратимые симптомы, когда проведение лечения оказывается особенно успешным.

Взаимодействие марганца

Марганец усваивается хуже если в организме переизбыток кальция и фосфора. В свою очередь марганец ослабляет усвоение цинка, меди и железа.

Продукты питания и препараты, содержащие марганец, помогают при остеопорозе и остеохондрозе, потому что марганец улучшает усвоение кальция. В умеренных количествах кальций, фосфор и витамин B1 улучшают усвоение марганца.

Литература

1. Агладзе, Рафаэль Ильич.<http://slovariki.org/bolsaa-biograficeskaa-enciklopedia/913>.
2. Агладзе Рафаэль Ильич.<http://100formul.ru/uchen/uch9>.
3. Марганец. <http://fitfan.ru/nutrition/vitamins/3239-marganec.html>.
4. Марганец.. <http://organic-vitamin.ru/minerals/micronutrient/manganese.html>.
5. Марганец.<http://www.chem100.ru/elem.php?n=25>.

6. Марганец в продуктах. <http://minus5.ru/microelements/28>.
7. Марганец (химический элемент): свойства, применение, обозначение, степень окисления, интересные факты. <http://fb.ru/article/198191/marganets-himicheskiy-element-svoystva-primeneniye-oboznachenie-stepen-okisleniya-interesnyie-faktyi>.
8. Марганец (Mn) для роста и развития организма. <http://vitaminba.ru/mineral/marganec>.
9. Продукты богатые марганцем. <http://progid.ru/pitatelnye-veshhestva-v-produktax/produkty-bogatye-margancom>.
10. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ МАРГАНЦЕМ. <http://foodand-health.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-margancem>.
11. Продукты питания богатые марганцем (Mn). <http://edaplus.info/minerals/products-containing-manganese.html>.
12. Таблица содержания марганца в продуктах питания. <http://happy-womens.com/tablitsa-soderzhaniya-margantsa-v-produktah-pitaniya-v-100-g.html>.
13. Причины дефицита марганца в организме. <http://www.pitermed.com/simptomny-bolezni/?cat=10&word=49595>.

1.3.18. Мышьяк

Мышьяк (лат. Arsenicum), As, химический элемент V группы периодической системы Менделеева, атомный номер 33, атомная масса 74,9216. Элемент состоит из одного устойчивого изотопа ^{75}As . Среднее содержание Мышьяка в земной коре (кларк) $1,7 \cdot 10^{-4}\%$ (по массе), в таких количествах он присутствует в большинстве изверженных пород [1].

Мышьяк представляет собой довольно хрупкий стального цвета с зеленоватым оттенком полуметалл. С мышьяком человек познакомился очень давно. Он нередко встречается в свободном виде. С древних времен мышьяк был известен и как лекарство, и как яд. В Риме славились яды Локусты; в Венеции, например, при дворе держали специалистов-отравителей. И главным компонентом почти всех ядов был мышьяк. Существует предположение, что соединениями мышьяка был отравлен Наполеон на острове Святой Елены. Мышьяк раньше очень часто использовался для истребления грызунов, от чего он и получил свое русскоязычное название (от слов «мышь» и «яд») [2].

Первый трактат о различных соединениях мышьяка, их составе, а также их растворимости в различных средах в 1733 году опубликовал Георг Брандт (швед. Georg Brandt; 1694–1768). То, что мышьяк – самостоятельный химический элемент в 1789 году признал Антуан Лоран Лавуазье (фр. Antoine Laurent de Lavoisier; 1743–1794). До этого времени

даже ученые химики считали, что мышьяк и его оксид – это одно и то же вещество [5].

Небольшие добавки Мышьяка (0,2-1,0% по массе) вводят в свинец, служащий для производства ружейной дроби (Мышьяк повышает поверхностное натяжение расплавленного свинца, благодаря чему дробь получает форму, близкую к сферической; Мышьяк несколько увеличивает твердость свинца). Как частичный заменитель сурьмы Мышьяк входит в состав некоторых баббитов и типографских сплавов.

Чистый Мышьяк не ядовит, но все его соединения, растворимые в воде или могущие перейти в раствор под действием желудочного сока, чрезвычайно ядовиты; особенно опасен мышьяковистый водород. Хотя чистый Мышьяк, и не ядовит, но при хранении на воздухе он всегда покрывается налетом ядовитого As_2O_3 . При отсутствии должной вентиляции крайне опасно травление металлов (железа, цинка) техническими серной или соляной кислотами, содержащими примесь Мышьяка, так как при этом образуется мышьяковистый водород [1].

Биологическая роль мышьяка [9]

Содержание Мышьяка в морских организмах выше, чем в наземных (в рыбах 0,6-4,7 мг в 1 кг сырого вещества, накапливается в печени). Среднее содержание Мышьяка в теле человека 0,08-0,2 мг/кг. Всего в организме человека содержится около 7 мг мышьяка [10].

Мышьяк относят к условно эссенциальным, иммунотоксичным элементам. Известно, что мышьяк взаимодействует с тиоловыми группами белков, цистеином, глутатионом, липоевой кислотой. Мышьяк препятствует потере фосфора, как витамин D регулирует фосфорно-кальциевый обмен, оказывает влияние на окислительные процессы в митохондриях и принимает участие в нуклеиновом обмене, т.е. имеет прямое отношение к синтезу белка, и необходим для синтеза гемоглобина, хотя и не входит в его состав [2, 9].

В организм человека соединения мышьяка поступают с питьевой и минеральной водой, виноградными винами и соками, морепродуктами, медицинскими препаратами, пестицидами и гербицидами. Депонируется мышьяк преимущественно в ретикуло-эндотелиальной системе. Оптимальной интенсивностью поступления мышьяка в организм считается 50-100 мкг/день. Если в организм поступает 1 мкг или менее мышьяка в день, то может развиваться его дефицит, порог токсичности составляет 20 мг в день. В рыбьем жире содержится наибольшее количество мышьяка – примерно до 10 мг/кг, в вине – до 1 мг/л. Питьевая вода включает мышьяка чуть меньше 10 мкг/л. Однако в таких странах, как Индия, Бангладеш, Мексика, Тайвань, мышьяк в воде присутствует в более значительных дозах – более

1 мг/л. Вследствие этого часто могут происходить массовые хронические отравления мышьяком, развивается так называемое заболевание «черной стопы». В желудочно-кишечном тракте человека всасывается порядка 80% мышьяка, через легкие поступает 10% и через кожу – около 1% [6].

В крови Мышьяк концентрируется в эритроцитах, где он связывается с молекулой гемоглобина (причем в глобиновой фракции содержится его вдвое больше, чем в геме). Наибольшее количество его (на 1 г ткани) обнаруживается в почках и печени. Много Мышьяка содержится в легких и селезенке, коже и волосах; сравнительно мало – в спинномозговой жидкости, головном мозге (главным образом гипофизе), половых железах и других. В тканях Мышьяк находится в основной белковой фракции, значительно меньше – в кислоторастворимой и лишь незначительная часть его обнаруживается в липидной фракции. Мышьяк участвует в окислительно-восстановительных реакциях: окислительном распаде сложных углеводов, брожении, гликолизе и т. п. Соединения Мышьяка применяют в биохимии как специфические ингибиторы ферментов для изучения реакций обмена веществ.

В организме мышьяк выполняет следующие функции [3]:

- улучшает кровотоки;
- улучшает усвоение азота и фосфора;
- оказывает ослабляющее влияние на окислительные процессы;
- взаимодействует с некоторыми группами белков, цистеином, глутатионом и липоевой кислотой участвует в ферментативных реакциях;
- действует как заместитель фосфата.

Мышьяк имеет высокое сродство к кератину, поэтому его содержание в волосах и ногтях выше, чем в других тканях. Скорость роста волос, в среднем, 0,5 см/месяц. Образцы волос, срезанные у корней на затылке, позволяют судить о недавнем воздействии. Содержание в волосах мышьяка выше 1 мкг/г сухого веса указывает на наличие активной экспозиции к мышьяку.

Меланин ускоренно образуется в нашем организме под действием ультрафиолетовых лучей, витамина С, соединений серебра, мышьяка и висмута. Для того, чтобы добиться быстрого загара, рекомендуется употреблять в пищу морковь, в которой содержится много мышьяка, усиливающего образование пигмента меланина.

Через 24 часа после поступления, из организма выводится 30% мышьяка с мочой и порядка 4% с фекалиями.

Содержание мышьяка пищевых продуктах [7]

Все натуральные продукты содержат некоторое количество мышьяка. Обычно его содержание в сырых, необработанных продуктах колеблется

от десятков до нескольких сотен микрограмм на 100 г. Наибольшее его содержание установлено в морских продуктах. Причём содержание мышьяка в одном и том же продукте может сильно колебаться.

Таблица 39. Содержание мышьяка пищевых продуктах в мкг на 100 г [7]

Продукт	Мышьяк мкг в 100 г продукта	Продукт	Мышьяк мкг в 100 г продукта
Окунь морской	263–308	Пикша	259–287
Треска	235–428	Камбала	208–328
Ракообразные	172–478	Томат	144–290
Белуга	141	Сеvрюга	106–184
Щука	72–141	Просо	47–92
Рожь	39–113	Яблоки	30–70
Капуста	28–160	Говядина	25–65
Пшеница	21–85	Картофель	10–125
Свинина	10–110	Огурцы	9–240

Нехватка мышьяка в организме человека [3, 5]

Последствия недостатка мышьяка в организме изучены недостаточно. Существуют предположения, что при недостаточности мышьяка могут возникнуть:

- дерматит;
- анемия (малокровие);
- пониженная концентрация триглицеридов в сыворотке крови;
- ухудшение роста и развития организма;
- повышение фертильности.

Животные при дефиците мышьяка могут плохо расти и не донашивать плод.

Избыток мышьяка в организме человека [4, 5, 8]

Самым токсичным соединением мышьяка считается его гидрид (арсин). На втором месте по токсичности органические соединения трехвалентного мышьяка.

При попадании в организм мышьяк препятствует усвоению цинка, селена, витаминов А, С и Е и некоторых аминокислот.

Причинами избытка мышьяка в организме человека могут быть:

- прием содержащих мышьяк препаратов, отравление содержащими его пестицидами и гербицидами;

- работа на вредном производстве, предполагающем повышенную концентрацию мышьяка в воздухе или прямой контакт с его соединениями, в том числе производство пестицидов, золотодобыча, выплавка сплавов мышьяка и т.д.;
- недостаток селена, который дополнительно стимулирует накопление мышьяка (замкнутый круг);
- нарушение регуляции обмена мышьяка;
- курение;
- суицидальные отравления;
- злоупотребление виноградным вином.
- Симптомы и последствия острого отравления мышьяком:
- металлический привкус во рту;
- рвота, понос;
- сильные боли в животе;
- внутрисосудистый гемолиз;
- острая печеночная и почечная недостаточность;
- кардиогенный шок;
- угнетение нервной системы, паралич, судороги, летальный исход.
- При хроническом отравлении мышьяком отмечаются:
- раздражительность;
- головные боли;
- речевые расстройства, полиневриты, депрессии;
- нарушение вкуса и обоняния;
- ларингит, трахеит, бронхит;
- стоматит;
- атрофия и ломкость ногтей;
- преждевременное поседение и выпадение волос;
- кожные аллергические реакции, дерматит, экзема, язвы, ладонно-подошвенный гиперкератоз, депигментация кожи;
- раздражение конъюнктивы, слезотечение и светобоязнь, отек век;
- сухость носоглотки, насморк, изъязвления носовой перегородки;
- поражения сосудов (эндоангиит), нефропатия;
- поражение дыхательной системы (фиброз, прорыв носовой перегородки, аллергоз).

У животных при хроническом отравлении мышьяком может наблюдаться аномальная плодовитость, вызванная повышением половой активности и фертильности.

Отдаленными последствиями избытка мышьяка являются:

- рак печени, гортани, глаз, кожи (рак Боуэна) и крови;
- поражение костного мозга, желудочно-кишечного тракта;
- язвы на коже;

- поражение легких и почек;
- эндемический зоб;
- жировой гепатоз;
- снижение остроты слуха у детей;
- заболевания нервной системы (нарушения речи, энцефалопатия, судороги, психозы, нарушение координации движений);
- нарушение трофики мышц;
- полиневриты;
- иммунодефицит.

При отравлении мышьяком нужно [4, 5]:

- незамедлительно промыть желудок,
- принять противоядие (водный раствор тиосульфата натрия, унитиол).
- в качестве антидотов ввести унитиол, димеркоптопропан-сульфонат (ДМПС);
- препараты витаминов А, С, Е и аминокислот;
- в отсутствие специализированной помощи может помочь белок молока – казеин, поэтому рекомендуется как можно быстрее выпить молоко и (или) съесть творог;
- восстановительная терапия предполагает прием препаратов селена, серы, фосфора, цинка.

Литература

1. Мышьяк. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=33>.
2. Мышьяк (= Арсен) (As) Основное оружие отравителей или сексуальный стимулятор? <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/myshyak-yad-ili-seksualniy-stimulator>.
3. МЫШЬЯК (AS). http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-mishyak_as-363.
4. Мышьяк (As). http://sportklas.ru/view_articles.php?id=63&style=food,minerals.
5. Мышьяк в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1645-myshyak-v-organizme-cheloveka.html>.
6. Мышьяк и его роль в организме. <http://www.skalpil.ru/other/328-myshyak-i-ego-rol-v-organizme.html>.
7. Отравление мышьяком. <http://profmedik.ru/napravleniya/zdorovyj-obraz-zhizni/gigiena-pitaniya/otravlenie-myshyakom>.
8. Отравление мышьяком: признаки, причины, первая помощь, последствия. <http://fb.ru/article/252917/otravlenie-myshyakom-priznaki-prichinyi-pervaya-pomosch-posledstviya>.

9. Продукты, содержащие мышьяк. http://gradmar.ru/news_1295418320.html.
10. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.3.19. Литий

Литий (Li) – это химический элемент с относительной атомной массой 6,939. В Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева он располагается на третьем месте (после водорода и гелия), относится к группе щелочных металлов (наряду с натрием, калием и другими металлами щелочной группы). В чистом виде он представляет собой мягкий металл (мягче свинца) серебристо-белого цвета. Литий – самый легкий металл, который почти в два раза легче воды.

Впервые литий был открыт шведским ученым Иоганном Аугустом Арфведсоном (Johann August Arfvedson; 1792–1841) 1817 году. В чистом виде этот металл был получен из минералов горных пород в 1825 году. С тех пор началось изучение свойств лития, в том числе его влияние на человеческий организм, а также то, в каких продуктах питания он содержится [2].

Среднее содержание лития в земной коре 0,004–0,006%, наиболее богаты им граниты (0,004–0,018%) и гранитные пегматиты [11].

Литий используется в металлургической, силикатной промышленности. А также в пищевой отрасли (для консервирования), текстильной (отбеливание и окраска в зависимости от применяемого соединения), и в фармацевтической в качестве компонента косметических средств. В жидком состоянии применяется в качестве теплоносителя для ядерных реакторов [12].

Роль лития в организме человека [8, 13]:

- способствует снижению нервной возбудимости, улучшает общее состояние при заболеваниях нервной системы;
- оказывает антиаллергическое и антианафилактическое действие;
- имеет некоторое влияние на нейроэндокринные процессы, принимает участие в углеводном и липидном обменах;

- увеличивает поглощение глюкозы, синтез гликогена и уровень инсулина в сыворотке крови больных диабетом, у принимающих препараты лития, снижается уровень глюкозы и кетоновых тел в моче;
- повышает иммунитет;
- нейтрализует действие радиации и солей тяжелых металлов на организм, а также действие этилового спирта.

Ионы лития влияют на транспорт ионов натрия в нервных и мышечных клетках, вследствие чего литий выступает как антагонист натрия. Под влиянием лития увеличивается внутриклеточное дезаминирование норадреналина и уменьшается количество свободного норадреналина, действующего на адренорецепторы в тканях мозга. Ионы лития повышают чувствительность нейронов гиппокампа и других областей мозга к действию дофамина. Таким образом, литий активно влияет на нейрохимические процессы, происходящие в мозге, что может лежать в основе его терапевтической активности при психических заболеваниях [13].

В организме среднего взрослого человека содержится около 7 мг лития [6].

Ежедневно взрослому человеку литий требуется в количестве около 100 мкг, но точной дозировки нет, так как у каждого человека потребность индивидуальная – всё зависит от роста и веса. Литий можно обнаружить в щитовидной железе, лимфоузлах, сердце, печени, легких, кишечнике, плазме крови, надпочечниках, а также в малых концентрациях в других органах и тканях. Из организма литий выводится в основном через почки, и немного с фекалиями и потом.

Основным антагонистами лития являются натрий, в меньшей степени – калий и магний.

Синергетические эффекты могут наблюдаться с кальцием.

Продукты содержащие литий [10]

Литий, находящийся в почве, насыщает подземные грунтовые воды, поэтому употребление питьевой воды (из колодца или скважины) в такой местности удовлетворяет ежедневную потребность в литии естественным путем. Литий имеется в каменной соли (добываемой в шахтах) и в морской соли тоже. В морских водорослях (красных или бурых) литий накапливается в наибольшем количестве – по сравнению с тем малым количеством лития, что содержится в таких растениях как помидоры (красные и желтые) или картофель. В продуктах животного происхождения тоже содержится литий – этот микроэлемент имеется в мясе (мышечных тканях) и печени травоядных животных, в рыбе (филе и печень), в яйцах домашних птиц, в молочной и кисломолочной продукции. Всасывание лития, поступающего с пищей, происходит полностью на 100% [12].

Таблица 40. Содержание лития в продуктах [1, 3, 5, 7, 16-21]

Продукт	Литий мкг в 100 г продукта	Продукт	Литий мкг в 100 г продукта
Свинина	384	Говядина	342
Птица	238	Сельдь	173
Жареный картофель	119,8	Картофель	77
Чечевица	74,8	Свекла	60
Салат	40	Ячмень	23,1
Редис	23	Миндаль	21,4
Кукуруза	14,9	Курага	10,9
Пшено	7,2	Семена подсолнечника	7,1
Фундук	6	Семена тыквы	6
Финики	6	Морковь	6
Гречка	4,2	Банан	3,3
Горох	3,1	Персик	3
Груша	3	Орехи грецкие	2,8
Овощная икра	2	Грибная икра	1
Яблоки	0,8	Овощной бульон	0,61
Орехи кедровые	0,6	Спаржа	0,4-1,4
Квашенная капуста	0,4	Грибы	0,09-1,8
Куриный бульон	0,07	Мясной бульон	0,05

Если пополнение запасов лития в организме (с продуктами питания и водой) производится регулярно, то человеку не требуется добавочно принимать литий.

В 1991 году вышла книга под названием «Литий в биологии и медицине», в ней приводились данные эпидемиологических исследований, проводившихся в США, эти данные указывают на то, что в тех регионах, где питьевая вода содержит относительно большие количества лития, выше 70 частей на миллиард частей воды, наблюдается более низкий уровень преступности и меньшая частота самоубийств [6].

Нехватка лития в организме [10]

Нехватка лития в организме человека, без проведения лабораторного анализа крови, определяется по характерным симптомам: хронические

заболевания обостряются, проявляются симптомы нервных болезней, расстройство психики. На литий угнетающе воздействует переизбыток в организме натрия, магния и калия (переизбыток может быть, если принимаются содержащие их препараты). Литий плохо усваивается организмом людей злоупотребляющих алкоголем. При заболевании иммунной системы (иммунодефицит) литий почти не усваивается.

Признаки недостаточности лития: маниакально–депрессивный психоз, шизофрения и другие психические заболевания. Установлено, что у больных хроническим алкоголизмом наблюдаются пониженные концентрации лития в организме. Возможно, дефицит лития встречается при иммунодефицитных состояниях и некоторых новообразованиях. В литературе приводятся данные о связи между содержанием лития в воде и частотой депрессий у населения различных регионов [13].

Литий необходим: при маниакально–депрессивном психозе, шизофрении и других психических заболеваниях, депрессиях, иммунодефицитных состояниях, сахарном диабете и некоторых новообразованиях [13].

В 1949 году австралийский доктор Джон Кейд совершил научный прорыв и доказал, что литий является лучшим средством для лечения «острой мании» и «острой меланхолии»,

Кейд ставил эксперименты на морских свинках, в ходе которых вводил животным мочу пациентов с маниакально-депрессивным синдромом в надежде доказать, что данное состояние вызвано избытком мочевой кислоты. Животным также вводилась литиевая соль мочевой кислоты. К своему удивлению, Кейд обнаружил, что морские свинки, обычно довольно тревожные животные, становились настолько спокойными, что ложились на спины и могли часами пролежать в неподвижности [6].

Кейд испробовал карбонат лития для лечения своего самого проблемного пациента, который уже в течение пяти лет находился в изолированной палате. Мужчина так быстро отреагировал на лечение, что через несколько дней его можно было перевести в обычную палату, а через два месяца он был выписан домой и смог вернуться на свою прежнюю работу. Когда данные Кейда были опубликованы, другие врачи начали лечить маниакально-депрессивный синдром карбонатом лития и тоже получили хорошие результаты. К 1960 году метод был распространен во всей Европе, а к 1970 году и в Соединенных Штатах, несмотря на ранние публикации, в которых говорилось, что хлорид лития приводил к смерти тех, кто использовал его в качестве замены соли.

После Второй мировой войны хлорид лития продавался под коммерческим названием «Westsal», он был предназначен для людей с сердечными заболеваниями, которые находились на бессолевой диете. В 1949 году несколько пациентов умерло от отравления литием, об этом было объявлено

в прессе и на радио. Управление по контролю за продуктами и лекарствами США запретило использование всех солей лития и провело собственные исследования, показавшие, что высокие дозы лития могут оказывать губительный эффект на функцию почек. Запрет на литий просуществовал около 20 лет, после чего был снят в связи с благоприятными отзывами о литиевой терапии, как со стороны пациентов, так и со стороны докторов.

Соли лития, применяющиеся для лечения преимущественно аффективных расстройств и особенно для профилактики их рецидивов, иногда устраняют симптомы шизофрении и некоторые состояния агрессии при неустановленном диагнозе, включая агрессию у умственно отсталых больных. Применение солей лития также эффективно для профилактики развития рецидива алкоголизма, но это действие еще требует дальнейшего изучения. Литий широко применяется в психиатрии, а о механизме его действия, что необычно для психотропного лекарства, получены обширные сведения [9].

Литий противопоказан беременным женщинам и кормящим матерям – нельзя забывать, что микроэлемент литий в больших количествах нарушает обмен питательных веществ и мешает задерживаться в организме соли (натрий). А это способствует возникновению частого мочеиспускания и неумеренной жажды.

Препараты лития [15]

- «Квилонум» Основным компонентом медикамента является лития карбонат. Данный препарат выпускается в виде капсул или таблеток, которые покрыты специализированной оболочкой. Таблетки «Квилонум» представляют собой препараты лития, действие которых направлено на купирование маниакальных состояний различного генеза, шизоаффективных психозов, мигрени, сексуальных расстройств, алкоголизма, маниакально-депрессивного психоза, а также разнообразных лекарственных зависимостей.
- «Контемнол» Препарат пролонгированного действия. Выпускается в стеклянных флаконах. Медикамент отлично усваивается в желудочно-кишечном тракте, а максимальная его концентрация в крови достигается уже спустя девять часов. Препарат необходимо принимать не менее шести месяцев по назначению врача. Рекомендуется принимать в следующих случаях: сексуальные отклонения, синдром Меньера, мигрень, квартальные запои, лекарственная зависимость, сезонная агрессивность психопатов.
- «Лития карбонат» Препарат можно приобрести в виде таблеток в специализированной оболочке. Использовать его рационально при функциональных психических расстройствах, эпилепсии, эмоци-

ональных нарушениях, хроническом алкоголизме, депрессивных состояниях. Иногда специалисты назначают данный медикамент в профилактических целях. Также уместно принимать при психозах, которых сопровождаются страхом, тревожностью, озлобленностью, при хроническом алкоголизме у личностей, для которых характерен истероидный склад личности, излишняя чувствительность и резкие колебания настроения. Эффективно помогает избежать рецидива в психотравмирующих условиях. Принимают от девяти десятых грамма до двух грамм в зависимости от рекомендаций врача. Если состояние не очень серьезное, дозу обычно снижают до шести десятых грамма.

- «Литосан-СР» Основным действующим средством является карбонат лития. Препарат запрещено принимать при заболевании сердечно-сосудистой системы, инфекциях, заболеваниях центральной нервной системы, беременности, индивидуальной непереносимости отдельных составляющих лекарства, задержке мочи, нарушениях водно-электролитного баланса, псориазе, тиреотоксикозе, сахарном диабете, почечной недостаточности, в период грудного вскармливания.
- «Седалит» Лекарство представляет собой антимианиакальное средство с антидепрессивным эффектом. Можно приобрести в форме капсул или таблеток в оболочке. Основными показаниями к использованию данного медикаментозного средства являются аффективные расстройства и психозы, а также маниакальные состояния. Также его уместно принимать при синдроме Меньера, мигрени, сексуальных расстройствах, медикаментозных зависимостях.

Переизбыток лития в организме [8]

Переизбыток лития возникает в организме (токсичность проявляется если принять литий в количестве от 100 мг до 200 мг). Возможны такие последствия [1, 10]:

первый уровень отравления:

- сухость во рту, жажда;
- частое мочеиспускание;
- тремор кистей рук.

второй уровень отравления:

- слабость в мышцах, быстрая утомляемость;
- головокружение и нарушение координации движений;
- повышенный диурез, гиперкалиемия, гипонатриемия, диарея;
- понижение артериального давления, аритмии;
- угнетение функций щитовидной железы;

- частая рвота;
- снижение либидо;
- увеличение массы тела.

третий уровень отравления:

- частые судороги;
- ухудшение зрения, боль в глазах;
- дерматит и сильная аллергическая реакция;
- частичная потеря памяти и непонимание своего нахождения;
- возможно наступление комы.

Неотложная помощь при интоксикации литием [14]

Лечение литиевой интоксикации включает очистку желудочно-кишечного тракта, возмещение потерь натрия и проведение поддерживающей терапии. Промывание желудка. Использование активированного угля после промывания, вероятно, нецелесообразно ввиду его недостаточного связывания с литием. Повторное промывание желудка через 2–4 ч позволяет удалить дополнительное количество лития. Внутривенное вливание изотонического физиологического раствора. Введение натрия обеспечивает его адекватное поступление в проксимальные почечные канальцы, обуславливая тем самым повышенную экскрецию лития. Ощелачивание мочи и осмотический диурез. При адекватной почечной функции эти мероприятия могут усилить экскрецию лития. Некоторые специалисты рекомендуют использование бикарбоната натрия и ингибиторов карбоангидразы, однако в отсутствие глубоких клинических исследований они должны применяться с осторожностью. Для увеличения диуреза и экскреции лития с мочой используется и аминофиллин. Достаточная поддерживающая терапия. Проведение поддерживающих мероприятий включает обязательный кардиомониторинг. Пациенты, принявшие дозу лития в 40 мг/кг (или более), требуют госпитализации. Гемодиализ. Диализ является эффективным средством удаления ионов лития из организма. Показания к гемодиализу:

- Клинические симптомы тяжелого отравления.
- Ухудшение клинического состояния, возникновение судорог или желудочковой аритмии.
- Снижение диуреза или почечная недостаточность.
- Отсутствие ожидаемого падения сывороточного уровня лития (20 % за 6 ч).

Цель гемодиализа – достижение уровня лития в 1 мЭкв/л через 6–8 ч после диализа, что обеспечивает его перераспределение из тканевых запасов.

Литература

1. А. Гусев 05.09.2014. Литий. <http://eat4fit.ru/mineraly/51-litij>.
2. А. Рыбак. Литий в организме человека. <https://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1282-litij-v-produktakh.html>.
3. БАНАН. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/frukty-i-yagody/banan>.
4. БЕЗУМИЕ: ЛЕЧЕНИЕ ЛИТИЕМ. http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-legkoe_bezumie_lechenie_litiem-1586.
5. В каких продуктах содержится Литий. <http://findfood.ru/component/litij/product>.
6. ЛЕГКОЕ БЕЗУМИЕ: ЛЕЧЕНИЕ ЛИТИЕМ. http://hnb.com.ua/articles/s-zdorovie-legkoe_bezumie_lechenie_litiem-1586.
7. КАРТОФЕЛЬ. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/ovoshchy/kartofel>.
8. Литий. <http://am-am.su/499-litij.html>.
9. ЛИТИЙ. <http://www.studfiles.ru/preview/401042/page:6>.
10. Литий в организме человека. <http://muvrasil.ru/zdorovoe-pitanie/litij-v-organizme-cheloveka>.
11. Литий – общие сведения Mineral – 11.09.2015. <http://geomineal.ru/litij-obshhie-svedeniya>.
12. Литий – описание химического элемента с фото; его роль в организме человека; суточная норма вещества; перечень продуктов, в которых содержится это вещество. <http://xcook.info/makrojelementy/litij.html>.
13. Литий (Li). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikrochudesalitiij-normalnaya-psykhika>.
14. Неотложная помощь при интоксикации литием. <http://medbe.ru/firstaid/otravlenie/neotlozhnaya-pomoshch-pri-intoksikatsii-litiem>.
15. Препараты лития: инструкция, применение и отзывы. <http://fb.ru/article/285864/preparaty-litiya-instruktsiya-primenenie-i-otzyvyi>.
16. Примерное содержание лития в продуктах питания (микрограмм на кг): <http://forum.roerich.info/showthread.php?t=11999>.
17. СПАРЖА (= АСПАРАГУС). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/ovoshchy/sparzha>.
18. Химия грибов. http://collectedpapers.com.ua/ru/enigmatic_world_of_mushrooms/ximiya-gribiv.
19. ЧЕЧЕВИЦА. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/chechevitsa>.
20. ЯБЛОКИ. <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/15a5aa9b129b34cd>.
21. ЯЧМЕНЬ (ПЕРЛОВАЯ КРУПА). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/yachmen>.

1.3.20. Ртуть

Ртуть (лат. Hydrargyrum), Hg, химический элемент II группы периодической системы Менделеева, атомный номер 80, атомная масса 200,59; серебристо-белый тяжелый металл, жидкий при комнатной температуре [9].

Ртуть – это металл с очень высокой плотностью (13,5 г/см³) [10].

С ртутью люди познакомились очень давно. Наши предки находили ее в самородном виде в форме жидких капель на горных породах, а также получали из киновари путем обжига этого минерала. Уже тогда люди знали о её ядовитости, хотя и не имели представления о механизме токсического действия на организм.

То, что ртуть является самостоятельным химическим элементом, установили Михаил Васильевич Ломоносов; (1711–1765) и Браун Иосиф-Адам (Braun Josef Adam; 1712–1768) в 1759 году, которым удалось заморозить ртуть, охладив то температуры ниже -39°С.. В твердом состоянии она оказалась обычным ковким металлом, хорошо проводящим электричество.

Средняя концентрация ртути в земной коре составляет 83 мг/т, а в морской воде около 0,1 мкг/л. В некоторых горных породах может содержаться до 2,5% ртути, а в минерале киноварь (сульфид ртути) – основном источнике промышленного получения металлической ртути, – 86,2%. 99,98% ртути на нашей планете находится в рассеянном виде.

Ртуть широко применяется в различных сферах народного хозяйства.

Парами ртути заполняют люминесцентные лампы, ртуть является рабочим телом термометров, в том числе медицинских, ее используют в технике (например, для производства датчиков положения), химической промышленности (как катализатор и для выделения некоторых металлов), в сельском хозяйстве ее соединения находят применение в качестве пестицидов и т.д.

До 1970-х годов соединения ртути широко использовались в медицине. Хлорид ртути (I) использовался в качестве слабительного, меркузал и промеран – в качестве мочегонного, ряд соединений применялся как антисептики. А в древние времена при завороте кишок больному давали выпить целый стакан ртути, так как древние врачеватели были убеждены, что благодаря высокой плотности и подвижности ртуть пройдет по всему кишечнику и расправит его. Что интересно, некоторым больным это помогало.

Включая конец XX века, амальгаму серебра (сплав ртути и серебра) использовали в стоматологии как материал для зубных пломб. Кстати, именно по этой причине самый высокий процент мужского бесплодия в те времена был среди стоматологов.

Из-за высокой токсичности ртуть и ее соединения в медицине уже почти не применяются, пожалуй, только за исключением мертиолята, ис-

пользуемого как консервант для вакцин. Медицинским термометрам все чаще предпочитают более безопасные и быстрее снимающие показания электронные термометры. В одном ртутном градуснике содержится около 2 г ртути.

Роль ртути в организме человека [10]

Ртуть – микроэлемент, необходимый нашему организму. Суточная потребность организма в нем мизерна – 1-5 мкг. При поступлении менее 0,5 мкг ртути в сутки может развиваться ее дефицит.

Биохимическая роль ртути сводится к тому, что она способна реагировать по обратимому типу с некоторыми функционально активными группами белков и пептидов. В организме взрослого человека содержится около 6 мг ртути [6], которая равномерно распределена по тканям и органам.

В клетках наблюдается неравномерное распределение ртути: 54% накапливается в растворимой фракции, 30% – в ядерной, 11% – в митохондриальной, 6% – в микросомальной [2].

Повышенное содержание ртути может отмечаться в волосах (при 0,1–0,5 мкг/г в норме), ногтях и коже. Период полувыведения металлической ртути у человека составляет 70 дней, органической – 40 дней, паров – 50 дней [15].

Ртуть обладает максимальным сродством с тиоловыми и сульфгидрильными группами (-SH), из-за чего легче чем другие металлы с ними связывается. Тиоловые группы – это важнейшие функциональные группы белков и пептидов, которые формируют их пространственную структуру и наиболее активные центры. Когда эти группы взаимодействуют с ртутью и ее соединениями в биохимически полезных концентрациях, это активизирует соответствующие функциональные группы белков. Таким образом, ртуть регулирует некоторые важнейшие для организма биохимические реакции.

Дихлорид ртути (сулема) в микродозах активизирует ряд ферментов, регулирующих процессы биологического окисления, тем самым повышая обеспеченность организма энергией и кислородом. Это повышает уровень обмена веществ, сопротивляемость организма к действию патогенетических факторов. Не случайно с древних времен до нас дошли упоминания о том, что сулема использовалась лекарями в лечении наружных опухолей.

Последние исследования влияния дихлорида ртути на организм человека показывают, что это соединение при попадании в организм человека в микродозах стимулирует выработку иммуноглобулинов, усиливает взаимодействие некоторых групп лимфоцитов, активизирует синтез интерлейкина-2 и интерферона, поддерживает на необходимом уровне содержание цитотоксических Т-лимфоцитов, которые способны убивать раковые

клетки. Поэтому ведутся работы над тем, чтобы из дихлорида ртути создать высокоэффективные иммуномодуляторы и противораковые средства [11].

Значение регуляции ртутью активности таких веществ в жизнедеятельности организма трудно переоценить, что подтверждается следующими примерами [1, 2]:

- Ртуть влияет на процессы размножения (деления), обеспечивая противоопухолевую защиту. В результате связывания ртутью сульфгидрильных групп рецепторы мембран клеток инактивируются (теряют способность присоединять факторы роста), мембрана клетки уплотняется, снижается ее проницаемость, и клетка перестает делиться. Количество ионов ртути, присоединяющееся к рецепторам опухолевой клетки, увеличивается, что способствует инаktivации рецепторов прекращению деления клетки и дальнейшего роста опухоли. Кроме того, присоединение ртути к функционально активным группам нуклеотидов, входящих в состав ДНК и тРНК, приводит к снижению доступности онкогенов, кодирующих факторы роста и белки рецепторы, торможению или прекращению процесса транскрипции и, соответственно, синтеза факторов роста и белков рецепторов.
- Антиметастатический эффект ртути. При однократном введении сулемы в организм наибольшее количество ртути обнаруживается в почках и печени. В этих органах у людей, не имеющих постоянного контакта с ртутью, ее содержание равно 10000 мкг/кг, тогда как в крови – 10 мкг/л. При удалении злокачественной опухоли хирургическим путем происходит выброс большого количества трансформированных клеток в кровь, которая проходя через печень, быстро освобождается от этих клеток. Через печень протекает 1,2 литра крови в минуту. Высокое содержание ртути в печени обуславливает торможение процесса образования вторичных опухолевых узлов (метастазов) как после оперативного вмешательства, так и на фоне прогрессивного роста первичной опухоли. Через почки фильтруется вся жидкость организма 4 раза в сутки. В процессе фильтрации лимфы происходит ее очистка от патологически измененных клеток (в том числе опухолевых) при участии ртути.
- Влияние ртути на активность лимфоцитов. Лимфоциты человека имеют на мембране рецепторы – антиген распознающие структуры, относящиеся к иммуноглобулинам различных изоформ; из них 50% относятся к IgM, остальные – IgG, IgA. Способностью ртути разрывать дисульфидные связи в биологически активных молекулах, в том числе лимфоцитах, обусловлена регуляция с ее участием активности рецепторов лимфоцитов и активно-

сти соответствующих процессов. Этот же механизм имеет значение и для регуляции реакций трансплантационного иммунитета.

- Регуляция активности гормонов. Инсулин – гормон поджелудочной железы, выполняющий регуляторные функции в организме, состоит из 2-х пептидных цепей (А и В), соединенных дисульфидными связями. Известно 2 этапа разрушения гормона: вначале происходит разрыв дисульфидных связей с образованием отдельных биологически неактивных пептидных цепей, а затем их разрушение до аминокислот под действием протеолитических ферментов, содержащих в активных центрах сульфгидрильные группы. Взаимодействие ртути с сульфгидрильными группами и влияние на дисульфидные связи обеспечивает ее участие в регуляции процессов на обоих этапах.
- Влияние ртути на вирусную инфекцию. При вирусной инфекции цикл размножения вируса начинается с его прикрепления к поверхности клетки путем взаимодействия рецепторов вируса и клетки-хозяина. Затем вирус проникает внутрь клетки, где подвергается расщеплению с помощью протеолитических ферментов, содержащих в активном центре сульфгидрильные группы, путем связывания которых ртуть препятствует протеолизу оболочки вируса и его размножению.
- Противорадиационная защита. Поражающим фактором при радиоактивном заражении являются радиоактивные элементы, в том числе тяжелые металлы стронций, цезий. Механизм их повреждающего действия на организм заключается в необратимом связывании сульфгидрильных групп молекул белков и их денатурации. Ионы ртути, обладая преимущественным сродством к -SH группам, обратимо связывают их и, таким образом, защищают белки от денатурации радиоактивными элементами.
- Защита нервной системы. Известно, что центральная нервная система и спинномозговая жидкость изолированы от системы кровообращения гематоэнцефалическим и гематоликворным барьерами и в нормальных условиях недоступны для эффекторных иммунных клеток (лимфоцитов и макрофагов). Несмотря на отсутствие иммунной защиты в мозге, содержащем огромное количество делящихся клеток нейроглии, редко возникают спонтанные опухоли. Это объясняется тем, что легко преодолевая барьеры, ионы ртути быстро проникают в мозг и осуществляют его противоопухолевую, противовирусную, антимикробную защиту.
- Избирательное действие ртути на патологически измененные клетки. Ртуть после поступления в организм быстро перераспределяет-

ся по другим органам и тканям. Для клеток патологически измененных тканей характерен сдвиг рН в кислую сторону, а так как ионы ртути проявляют максимальную активность в кислой среде, то в измененных клетках происходит преимущественное накопление ртути и активное проявление ее регуляторной функции, что объясняет защитный эффект при заболеваниях различной этиологии. Разносторонний характер воздействия ртути на организм, регуляция важнейших биохимических процессов, указывает на перспективность разработки на основе ее соединений новых эффективных лекарственных препаратов, что и было сделано – создан на основе ртути дихлорида (сулемы) новый оригинальный препарат витурид для лечения различных заболеваний.

Антагонистами ртути являются цинк, сера, пепсин, аминокислоты, аскорбиновая кислота.

Металлическая ртуть (в жидком виде) при попадании в организм в целом нетоксична и всасывается в желудочно-кишечном тракте практически полностью. Элементарная ртуть в взвешенном состоянии очень хорошо резорбируется в респираторном тракте (до 85-90%). С мочой из организма выводится до 52% поступившей ртути, с фекалиями около 48%. Неорганические соединения Hg^{2+} всасываются в желудочно-кишечном тракте в пределах 10% от поступившей дозы, причем 60% выводится с мочой и 40% – с фекалиями. Органические соединения ртути (алкилртутные и арилртутные соединения) всасываются в ЖКТ практически полностью (90%), а выводятся из организма в основном с фекалиями (80%) и мочой [15].

Источники ртути в организме человека

Повышенное содержание ртути в физиологически безопасных концентрациях обнаружено в морской рыбе и морепродуктах, рисе, моркови и салате-латуке.

Механизм попадания ртути в пищевые продукты заключается в следующем: ртуть в элементарном виде или в виде неорганических соединений выбрасывается в окружающую среду; там под воздействием микроорганизмов она перерабатывается в метилртуть (так, чаще всего происходит в донных накоплениях водоемов). Метилртуть – липофильный яд, способен накапливаться по пищевой цепи. Т.е. сначала мелкие морские животные, обитающие на дне, накапливают некое количество метилртути (совсем незначительное). Этих животных поедают рыбы, в свою очередь, накапливая большие количества метилртути (т.к. еда рыба съедает за свою жизнь значительно больше, собственного веса). Мелких рыб съедают рыбы покрупнее (концентрация метилртути опять растет). И, наконец, крупных рыб

употребляет в пищу человек (коэффициент концентрирования по пищевой цепи для метилртути достигает 3000).

Таким образом, основными пищевыми продуктами с повышенным содержанием ртути является продукция, изготовленная из рыбы и морепродуктов. Противоядием в таких случаях может служить селен. Например, рыба тунец: в ней, как правило, обнаруживают огромное количество ртути, но поскольку она содержит много селена, то ни сама рыба, ни люди, употреблявшие ее в пищу, не бывают отравлены. Также, содержание ртути может достигать повышенных значений в таких продуктах, как: овощи, фрукты, бобовые, зерновые, мясо, печень, молоко, яйца и пр. [7].

Таблица 41. Содержание ртути в пищевых продуктах [13]

Продукт	Ртуть мкг в 100 г продукта
Рыба консервированная в сборной жестяной таре	30-70
Рыба свежая и мороженая	30-60
Мясо и птица свежие	30
Мясо и птица консервированные в сборной жестяной таре	30
Масло растительное и изделия из него	5
Большинство зернобобовых	2-3
Сахар и конфеты	2-3
Овощи, ягоды и фрукты свежие и свежемороженые	2
Овощи, ягоды, фрукты и изделия из них в сборной жестяной таре	2
Молоко и большинство жидких молочных продуктов	0,5
Напитки	0,5

Таблица 42. Содержание ртути в рыбе морепродуктах [12, 14, 17]

Продукт	Ртуть мкг в 100 г продукта
Не рекомендуются к употреблению	
Рыба меч	995
Акула	979
Скумбрия королевская	730

Тунец большеглазый	689
Марлин	485
Не чаще одной порции в неделю	
Тунец длинноперый	358
Тунец желтоперый	354
Палтус	252
Форель морская	235
Люциан	166
Сибас	152
Окунь речной	150
Скат	137
Карп	110
2-3 порции в неделю	
Тунец полосатый	144
Окунь морской	121
Треска	95
Лобстер	93
Сельдь	84
Хек	79
Форель речная	71
Краб	63
Камбала	56
Пикша	55
Кефаль	50
Скумбрия атлантическая	50
Анчоусы	43
Рак	33
Сом	25
Кальмар	23
Сёмга	22
Тилапия	13
Лосось	14

Сардины	13
Устрицы	12
Креветки	9
Гребешок	3

Дефицит ртути в организме человека

Нехватка ртути в организме человека изучена недостаточно. Вполне вероятно, что в таком случае активизируются воспалительные процессы, снижается устойчивость к простудным заболеваниям.

Избыток ртути в организме человека [3, 7, 10, 11]

Металлическая ртуть при попадании в желудочно-кишечный тракт наименее токсична. Гораздо более токсичны некоторые растворимые соединения ртути, в том числе органические. Токсической дозой считаются 50 мкг мг ртути при ежедневном поступлении. Разовая токсическая доза составляет 0,4 мг, летальная – 150-300 мг (при такой дозе вероятность смертельного исхода составляет 50-60%).

Однако в одной из работ сообщается о попытке самоубийства, предпринятой часовым мастером, который выпил для этой цели около 1500 г металлической ртути. Ртуть, проходя по желудочно-кишечному тракту, вызвала сильные болевые ощущения, но они в дальнейшем затихли и не оставили в организме каких-либо клинических изменений. Однако, ряд фактов свидетельствует, что воздействие металлической ртути на организм нельзя считать безвредным [8].

Гораздо опаснее металлическая ртуть при вдыхании ее паров. В такой форме она усваивается на 85-90%. Смертельной дозой при вдыхании являются 2,5 г ртути.

При отравлении ртутью повышенная концентрация может отмечаться в волосах, коже и ногтях.

Хроническое отравление ртутью приводит к развитию синдрома меркуриализма, при котором происходит нарушение деятельности нервной системы и желудочно-кишечного тракта, возникают дерматозы (меркуриализм кожи).

Причинами отравления ртутью могут быть: работа на производстве гальванических батарей; в металлургии— при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; контакт с пестицидами; при пломбировании зубов; при разрушении люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употреблении морепродуктов [5].

Симптомами отравления ртутью также являются:

- высокая утомляемость, головные боли, головокружение, бессонница, нарушение речи, сонливость, «ртутная энцефалопатия», нарушения психики (раздражительность, тревожность, ослабление памяти и интеллекта);
- атаксия мозжечка (нарушение координации движений);
- нарушения слуха и сужение поля зрения;
- астено-вегетативный синдром;
- тремор кистей рук, губ, век и всего тела;
- атаксическая походка;
- лихорадочное состояние;
- «ртутная» токсидермия;
- диффузные ливневые высыпания, в ряде случаев геморрагического характера;
- экзема;
- парестезия вокруг губ;
- «ртутный» стоматит, гингивит, язвы, отеки и эрозии слизистой оболочки полости рта;
- омертвление челюстных отростков;
- выпадение зубов;
- тошнота;
- ломкость ногтей и выпадение волос;
- тахикардия;
- «ртутный» язвенно-некротический гастроэнтерит, гастралгия, колики в животе, понос;
- язва и некроз стенок толстого кишечника;
- язвенно-некротический нефрозонефрит;
- поражение печени;
- протеинурия;
- боли, нарушение выделительной функции почек вплоть до полной анурии;
- нарушение менструального цикла;
- выкидыш, гибель плода;
- изменение биохимического состава крови;
- лейкопения, снижение иммунитета;
- гемолиз эритроцитов, нарушение кроветворения и, как следствие, тяжелая анемия;
- тератогенное и мутагенное действие;
- нарушение подвижности суставов

Обычно различают три степени интоксикации под действием малых количеств ртути (микромеркурализм). Первая степень характеризуется

снижением работоспособности, быстрой утомляемостью и повышенной возбудимостью. При второй степени также появляются головные боли, необоснованное беспокойство, повышенная раздражительность, ослабевает память. Наконец при третьей степени микромеркуриализма возникают симптомы, типичные для хронического отравления. Часто симптомы отравления очень малыми дозами ртути выражены нечетко, что приводит к неправильным диагнозам, когда врачи вместо отравления ртутью констатируют расстройство нервной системы, заболевание желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей и т.д. Накопление ртути в организме и ее выведение в большинстве случаев ртуть попадает в организм в виде пара или пыли [16].

Лечение отравления ртутью [4]

Цель лечения – уменьшить абсорбцию ртути, защитить чувствительные ткани от попадания в них абсорбированной ртути и удалить из организма абсорбированную ртуть. Если больной проглотил соли ртути, у него необходимо вызвать рвоту или промыть желудок. Политиоловые смолы эффективно связывают ртуть в желудочно-кишечном тракте, тогда как активированный уголь с металлами не взаимодействует.

Обычно комплексообразующая терапия при отравлении ртутью показана в тех случаях, когда в моче или в крови определяются высокие ее концентрации. Наиболее эффективны комплексообразующие средства с активными дитиоловыми группами. К их числу относятся димеркапрол и D-пеницилламин. Экспериментальное комплексообразующее средство для перорального применения – димер-каптоянтарная кислота – показало многообещающую эффективность. Поскольку D-пеницилламин и димеркапрол образуют токсичный комплекс, их не следует применять одновременно. При остром отравлении неорганическими соединениями ртути димеркапрол нужно применять в дозе, не превышающей 24 мг/кг в 24 ч, вводимой внутримышечно, дробно, в течение не более 5 дней. При необходимости лечение повторяют через разумный период отдыха. D-пеницилламин можно использовать при лечении по поводу отравления неорганическими соединениями ртути, но N-ацетил-DL-пеницилламин рекомендуется как равноценное по эффективности, стабильное и менее токсичное средство. Его доза составляет 30 мг/кг в день в 2-3 приема. Перитонеальный диализ и гемодиализ также с некоторым успехом использовали для лечения больных с такими отравлениями. Хотя ни один из этих видов лечения не эффективен в такой степени, как комплексообразующая терапия, они могут применяться при наличии у больного почечной недостаточности.

При хроническом отравлении неорганическими соединениями ртути димеркапрол не уменьшает загрязнения организма, и в этом слу-

чае препаратами выбора являются N-ацетил-DL-пеницилламин или D-пеницилламин. N-ацетил-DL-пеницилламин, по-видимому, также имеет преимущество при отравлении органическими соединениями ртути и более эффективен, чем димеркапрол или ЭДТЛ (этилендиаминтетрауксусная кислота). Целью терапии является уменьшить выраженность симптомов и усилить экскрецию ртути с мочой.

Литература

1. Биологическая активность ртути.<http://ipenant.ru/ipencontent/index.php/biokhimiya-i-medsina/blog/134-biologicheskaya-aktivnost-rtuti?limitstart=&showall=1>.
2. Воробьева Т.В. РОЛЬ РТУТИ В ПРОЦЕССАХ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. <http://demerc.chat.ru/research01.htm>
3. Влияние ртути на здоровье человека.<http://antivaccina.org/vliyanie-rtuti-na-zdorove-cheloveka>.
4. Отравления ртутью.<http://www.pitermed.com/simptomu-bolezni/?cat=18&word=63887>.
5. ОТРАВЛЕНИЕ РТУТЬЮ: СИМПТОМЫ И ЛЕЧЕНИЕ. <http://simptomer.ru/bolezni/other/1731-otravleniye-rtutyu-simptomu>.
6. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
7. Ртуть.<http://eat-info.ru/references/pollutants/rtut>.
8. РТУТЬ.http://gorod-zarechny.ru/inova_block_mediaset/5245/2016/6/20/rtut.
9. Ртуть. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=80>.
10. Ртуть в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1660-rtut-v-organizme-cheloveka.html>.
11. Ртуть (= Гидраргирум) (Hg). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudes/rtut-protivorakovoye-sredstvo>.
12. Рыба – так ли она полезна? <http://www.sport-clubs.ru/art.php?id=432>.
13. Содержание ртути в пищевых продуктах. <http://bibl.tikva.ru/base/B1334/img/B1334Ch7-5p172i1n1.jpg>.
14. Содержание ртути в рыбе морепродуктах.<http://blesna.net/forum/attachments/ryba-jpg.1494>.

15. Физиологическая роль ртути. <http://www.rodii.ru/forum/read.php?1,287340,287393>.
16. Химия и Химики № 8 (2009). http://chemistry-chemists.com/N8_2009/14-20.pdf.
17. Четверг – рыбный день или самая полезная рыба. <http://zdorovajamama.com/pitanie/beremennym/chetverg-ryibnyi-den-ili-samaya-poleznaya-ryiba>.

1.3.21. Цезий

Цезий (лат. Caesium), Cs, химический элемент I группы периодической системы Менделеева, атомный номер 55, атомная масса 132, серебристо-белый металл, относится к щелочным металлам. Цезий открыт в 1860 Робертом Вильгельмом Бунзенем (нем. Robert Wilhelm Bunsen; 1811–1899) и Густавом Робертом Кирхгофом (нем. Gustav Robert Kirchhoff; 1824–1887) в водах Дюркхеймского минерального источника (Германия) методом спектрального анализа. Назван он (от лат. caesius – небесно-голубой) по двум ярким линиям в синей части спектра. Металлический цезий впервые выделил шведский химик К. Сеттерберг (Setterberg C.) в 1882 при электролизе расплавленной смеси CsCN и Ва. Цезий – типичный редкий и рассеянный элемент. Среднее содержание цезия в земной коре $3,7 \times 10^{-4}\%$ по массе [4].

В одной тонне земной коры содержится около 3,7 г цезия, а максимальное содержание в минералах не превышает 15 г/т. Концентрация цезия в морской воде порядка 0,5 мкг/л [7].

Цезий по цвету напоминает золото. Он присутствует во всех живых организмах. Поступающий вместе с пищей цезий быстро усваивается органами пищеварения (100%). Выводится с мочой и фекалиями. Различают две формы цезия. Первая – цезий-133 (стабильный), природный элемент (изотоп), найденный в горных породах, почве и пыли. Вторая – цезий 137, опасная форма, искусственно созданный радиоактивный изотоп. В пространство попадает при взрывах ядерных бомб и авариях в атомных реакторах [1].

Цезий идет для изготовления фотокатодов (сурьмяно-цезиевых, висмутно-цезиевых, кислородно-серебряно-цезиевых), электровакуумных фотоэлементов, фотоэлектронных умножителей, электронно-оптических преобразователей. Изотопы Цезия применяют: ^{133}Cs в квантовых стандартах частоты, ^{137}Cs в радиологии. Резонансная частота энергетического перехода между подуровнями основного состояния ^{133}Cs положена в основу современного определения секунды [6].

Цезий относительно малотоксичен, его биологическая роль в организме человека до конца не изучена, хотя предполагается, что он играет роль

в сохранении гомеостаза человека, особенно он эффективен при резком снижении артериального давления (обморок, шоковые состояния, коллапс).

В организме человека содержится около 6 мг цезия [5].

Суточная потребность организма человека в цезии – не установлена.

Попадая с пищей, цезий быстро всасывается из желудочно-кишечного тракта в кровь. Он равномерно распределяется в органах и тканях, в основном поступает в кишечник и вновь реабсорбируется в нисходящих его отделах. Около 80% цезия, попавшего в организм, накапливается в мышцах, 8% – в скелете, оставшиеся 12% распределяются равномерно по другим органам и тканям (сердце, печень, содержание в крови – до 2,8 мкг/л). В организме человека ^{133}Cs распределен относительно равномерно и не оказывает значительного вредного воздействия. Выводится цезий в основном через почки и кишечник.

Биологическая роль цезия в организме человека [8]

Известна роль цезия в некоторых физиологических процессах. Установлено стимулирующее влияние этого элемента на функции кровообращения и эффективность применения его солей при гипотонии различного происхождения. Исходя из выраженного гипертензивного и сосудосуживающего действия, соли цезия еще в 1888 г. впервые были применены русским врачом, работавшим в лаборатории И.П. Павлова, – С.С. Боткиным – при нарушениях функции сердечно-сосудистой системы. Им было установлено, что хлорид цезия вызывает повышение артериального давления на длительное время, и это действие связано, главным образом, с усилением сердечно-сосудистой деятельности и сужением периферических сосудов.

Цезий, усиливая и пролонгируя действие эндогенных вазомоторных средств, оказывает положительный эффект при гипотонии различного происхождения. Соли цезия в оптимальных дозах способствуют быстрому восстановлению катастрофически пониженного артериального давления при различных видах шока и коллапсе.

Установлено адреномиметическое и симпатомиметическое действие солей цезия на центральные и периферические адренореактивные структуры, что особенно ярко выражено при угнетении тонуса симпатического отдела центральной нервной системы и дефиците катехоламинов. Солям цезия свойственен, главным образом, β -адреностимулирующий эффект.

Соли цезия влияют на неспецифические показатели иммунологической резистентности – они вызывают значительное увеличение титра комплемента, активности лизоцима, фагоцитарной активности лейкоцитов. Существуют указания на стимулирующее влияние солей цезия на

функции кроветворных органов. В микродозах они вызывают стимуляцию эритро- и лейкопоэза (на 20–25%), заметно повышают резистентность эритроцитов, увеличивают содержание гемоглобина в них.

Хлорид цезия участвует в газовом обмене, активируя деятельность окислительных ферментов, соли цезия повышают устойчивость организма к гипоксии [1].

- усиливает иммунитет, повышая активность лизоцима и фагоцитарную активность лейкоцитов;
- стимулирует выработку адреналина;
- восстанавливает и тонизирует симпатический отдел центральной нервной системы;
- способствует кроветворению, качественно улучшая эритроциты;
- ускоряет окисление ферментов, увеличивая устойчивость организма к кислородному голоданию.

Синергистом цезия является рубидий.

Пищевые источники цезия [8]

Накопление цезия максимально в тканях пресноводных водорослей и арктических наземных растений, особенно лишайников. Высокое содержание цезия наблюдается в листовом салате (в корнях) и в грибах опятах.

В организме животных цезий накапливается, главным образом, в мышцах и печени. Наибольший коэффициент накопления его отмечен у северных оленей и северных американских водоплавающих птиц.

Цезий содержится в злаковых растениях, свёкле, моркови, картофеле, репе, яблоках, апельсинах [2].

Признаки недостаточности цезия: снижение аппетита; задержка роста и развития.

Цезий необходим: при шоковых состояниях, обмороке, коллапсе, гипотонии, язвенных заболеваниях, дифтерии.

Избыток цезия в организме человека [7]

Цезий-133, который включен в биохимический оборот, не представляет опасности для человека, в отличие от цезия-137, который, как уже было отмечено, образуется в результате ядерного синтеза. Даже микроскопические дозы этого изотопа цезия могут вызвать лучевую болезнь.

Лечение поражений цезием-137 [3]

Помощь при радиационном поражении цезием-137 должна быть направлена на выведение нуклида из организма и включает в себя дезактивацию кожных покровов, промывание желудка, назначение рвотных, слабительных и мочегонных средств стимуляции естественных выделительных процессов.

При попадании в желудок радиоактивных соединений применяют энтеральные сорбенты (активированный уголь, порошок белой глины, смекту, полифепан, энтеросгель); различные комплексообразующие соединения – лекарственные препараты, способные образовывать стойкие и малодиссоциирующие комплексы со многими металлами, которые легко растворимы в воде и быстро выводятся с мочой. В связи с этим некоторые комплексы применяют как антитоды при отравлениях тяжелыми металлами, редкоземельными элементами, их солями, а также в случаях отравления радиоизотопами.

Комплексообразующие соединения

- Пентацин внутривенно вводят 5% раствор в ампулах по 5 мл
- Ферроцин внутрь в виде водной взвеси по 1 г (в 0,5 стакана воды) 2–3 раза в день ежедневно в течение 5–10 дней/

Литература

1. Действие цезия в организме: Анализ крови: Цезий. http://www.analizy-sochi.ru/analizy/analiz_krovi_cesium.html.
2. Микроэлементы. http://simply-life.info/index.php?page=read&chapter=6_7.
3. Радиоактивные изотопы «Фукусимы-1» в Украине. Как защититься? Добра Е. А. http://www.provisor.com.ua/archive/2011/N08/risukr_0811.php.
4. Радиоактивный цезий. <http://www.studfiles.ru/preview/1154071>.
5. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
6. Цезий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=55>.
7. Цезий в организме человека. <https://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1657-tsezij-v-organizme-cheloveka.html>.
8. Цезий (Cs). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/tsezij-dlya-gipotonikov>.

1.3.22. Молибден

Молибден (от греч. molybdos-свинец; лат. Molybdae-num) Мо, хим. элемент VI группы периодической системы, атомный номер 42, атомная масса

95,94, светло-серый тугоплавкий металл. Молибден мало распространен в природе. Содержание его в земной коре $\sim 3 \cdot 10^{-4}$ % по массе [4]. Это связано с тем, что молибден долгое время путали со свинцом.

Добывают молибден из молибденита – минерала, который по внешнему виду похож на графит, имеет характерный свинцовый блеск. Установить, что получаемый металл является другим веществом удалось после обработки молибденовой руды концентрированной азотной кислотой лишь в 1778 году ученому из Швеции Карлу Вильгельму Шеёле (швед. Carl Wilhelm Scheele; 1742–1786). В ходе реакции образовалась масса белого цвета, которую шведский химик прокалил и получил новый химический элемент. В чистом виде молибден открыт в 1817 году шведским химиком Йёнсом Якобом Берцелиусом (швед. Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848) путем восстановления оксида водородом. В природе минерал без примесей не встречается [12].

Применение молибдена [3]

70-80% добываемого Молибдена идет на производство легированных сталей. Остальное количество применяется в форме чистого металла и сплавов на его основе, сплавов с цветными и редкими металлами, а также в виде химических соединений. Металлический Молибден – важнейший конструкционный материал в производстве электроосветительных ламп и электровакуумных приборов (радиолампы, генераторные лампы, рентгеновские трубки и других); из Молибдена изготавливают аноды, сетки, катоды, держатели нити накала в электролампах. Молибденовые проволока и лента широко используются в качестве нагревателей для высокотемпературных печей.

После освоения производства крупных заготовок Молибден стали применять (в чистом виде или с легирующими добавками других металлов) в тех случаях, когда необходимо сохранение прочности при высоких температурах, например, для изготовления деталей ракет и других летательных аппаратов. Для предохранения Молибдена от окисления при высоких температурах используют покрытия деталей силицидом Молибдена, жаростойкими эмалями и другие способы защиты. Молибден применяют как конструкционный материал в энергетических ядерных реакторах, так как он имеет сравнительно малое сечение захвата тепловых нейтронов (2,6 барн). Важную роль Молибден играет в составе жаропрочных и кислотоустойчивых сплавов, где он сочетается главным образом с Ni, Co и Cr.

В технике используются некоторые соединения Молибдена. Так, MoS_2 – смазочный материал для трущихся частей механизмов; дисилицид Молибдена применяют при изготовлении нагревателей для высокотем-

пературных печей; Na_2MoO_4 – в производстве красок и лаков; оксиды Молибдена – катализаторы в химической и нефтяной промышленности.

Биологическая роль молибдена [6, 9, 10, 12,16]

В организме человека содержится около 5 мг молибдена [14].

Причём, присутствует не сам микроэлемент, а его соединения, которые при взаимодействии с серой всасываются в кровь и разносятся к тканям и органам. Наибольшее количество молибдена сосредоточено в печени, почках, щитовидной железе, мозге. В составе ферментов, он действует как кофактор, способствуя детоксикации организма. Помимо этого, элемент нужен для нормальной работы нервной системы, активирует обмен серо-содержащих аминокислот, удерживает фтор в костях, укрепляет эмаль зубов, оберегает ее от разрушения. Функции молибдена.

- улучшает накопление азота, усиливает синтез аминокислот;
- входит в состав ферментов, которые регулируют обмен мочевой кислоты, тем самым профилактируя развитие подагры; ксантиноксидаза ускоряет трансформацию гипоксантина в ксантины, сульфитоксидаза – сульфита в сульфат, альдегидоксидаза окисляет, нейтрализует птеридины, пурины, пиримидины;
- выводит из организма токсические вещества, которые поступают в результате принятия алкогольных напитков, курения, вдыхания вредных паров на промышленных предприятиях;
- участвует в работе поджелудочной железы;
- позитивно влияет на микрофлору кишечника, препятствует развитию дисбактериоза;
- защищает организм от воспалительных реакций;
- оказывает антиоксидантное действие (тормозит процесс окисления клеток);
- предотвращает появление и прогрессирование злокачественных опухолей;
- влияет на состав крови (помогает вырабатывать гемоглобин);
- укрепляет зубную эмаль (задерживает фтор в организме, защищая зубы от разрушения и способствуя профилактике кариеса);
- участвует в синтезе витамина С, влияет на обмен витаминов С, В12 и Е;
- способствует метаболизму белков, жиров и углеводов;
- улучшает усвоение железа организмом;
- увеличивает фагоцитарную активность лейкоцитов крови;
- стимулирует рост, что особенно важно для детей и подростков;
- стимулирует репродуктивную функцию организма, предупреждает развития фригидности и импотенции.

Суточная потребность организма взрослого человека – 75–250 мкг, у лиц старше 75 лет – 200 мкг. Некоторые авторы считают, что ежедневная потребность в молибдене – около 300–400 мкг.

Таблица 43. Суточная норма потребления молибдена в зависимости от возраста [7]

Возраст, лет	Молибден мкг/день
0-0,5	15-30
0,5-1	20-40
1-3	25-50
4-6	30-75
7-10	5-150
11-18	75-250
>19	75-250

Молибден из пищевых продуктов и в форме растворимых комплексов легко абсорбируется. У людей всасывается 25–80% молибдена, поступающего с пищей. Абсорбция происходит в желудке и по всей тонкой кишке, в большей степени в ее проксимальном отделе, чем в дистальном. На всасывание молибдена значительно влияют взаимодействия между молибденом и различными диетическими формами серы.

Затем около 80% молибдена, поступившего в кровь, связывается с белками (прежде всего, с альбумином) и транспортируется по всему организму. В крови молибден распределяется равномерно между форменными элементами и плазмой. Большая часть молибдена быстро попадает в почки и выводится ими. Экскреция является главным механизмом его гомеостатического регулирования. Существенные количества молибдена экскретируются с желчью. Накопления его в организме млекопитающих не происходит.

Органы, содержащие высокие количества молибдена, – печень и почки.

Физиологическое значение молибдена для организма животных и человека было впервые показано в 1953 г., с открытием влияния этого элемента на активность фермента ксантиноксидазы, отвечающей за пуриновый обмен (ксантиноксидаза способствует превращению пуринов в мочевую кислоту). Молибден способствует более эффективной работе антиоксидантов, в частности витамина С. Он является важным компонентом системы тканевого дыхания. Усиливает синтез аминокислот, улучшает накопление азота.

Молибден входит в состав ряда ферментов (альдегидоксидазы, сульфитоксидазы, ксантинооксидазы и др.), выполняющих важные физиологические функции, в частности, регулирующих обмен мочевой кислоты.

Молибден энзимы катализируют гидрокселирование различных субстратов. Так, альдегидоксидаза окисляет и нейтрализует различные пиримидины, пурины, птеридины. Ксантинооксидаза катализирует превращение гипоксантина в ксантины, а ксантинов – в мочевую кислоту (при повышенной активности ксантинооксидазы в крови накапливается избыточное количество мочевой кислоты, что приводит к подагре). Сульфитоксидаза катализирует превращение сульфита в сульфат.

Вольфрам, свинец и натрий вызывают дефицит молибдена в организме. А дефицит железа и меди способствует увеличению концентрации молибдена в организме [8].

Таблица 44. Содержание молибдена в пищевых продуктах (мкг/ в 100 г) [1, 11-13, 16, 17]:

Продукт	Молибден, мкг	Продукт	Молибден, мкг
Шиповник сухой	9000	Шиповник свежий	4330
Печень говяжья	110	Соль поваренная	110
Соя зерно	99	Почки говяжьи	89
Горох зерно	84,2	Печень свиная	82
Чечевица, зерно	77.5	Печень цыпленка, бройлера	70
Чина	67	Нут	60,2
Печень куриная	58	Какао порошок	56
Зерно твёрдой пшеницы	42	Какао-бобы	40
Какао тёртое	40	Фасоль зерно	39,4
Овес	39	Овёс зерно	39
Крупа овсяная	38,7	Гречиха зерно	38,5
Гречневая крупа ядрица	34,4	Томатная паста	30
Фундук	29,7	Миндаль	29
Индейка	29	Печень индейки	29
Кукуруза	28,4	Рис зерно	26,7
Орех мускатный	25	Фисташки	25
Баранки, сушки	25	Булочки, сдобы	25

Саго (крупа из крахмала)	25	Сухари	25
Хлеб украинский	25	Смородина чёрная	24
Зерно мягкой пшеницы	23,6	Пшеничная мука обойная	22
Горох зелёный свежий	21	Пшеничная мука 2 сорта	20,4
Свиное сердце	20	Кальмар (мясо)	20
Морковь	20	Лук зелёный (перо)	20
Просо зерно	19,5	Мозги говяжьи	19,2
Сердце говяжье	19	Крупа пшено шлифованное	18,5
Рожь	18	Язык говяжий	16
Пшеничная мука 1 сорта	15,9	Малина	15
Ячмень зерно	13,8	Бублики украинские	13,6
Булка черкизовская	13,6	Батон нарезной	13,6
Свинина котлетное мясо	13	Свинина корейка мякоть	13
Овсяная мука	13	Гречневая мука	13
Крупа ячневая	13	Булки городские	12,8
Хлеб пшеничный батон из муки 1 сорта	12,8	Хлеб ситный молоч- ный	12,8
Крупа перловая	12,7	Горошек зелёный консерв.	12,7
Макароны	12,6	Пшеничная мука высш. с.	12,5
Клейковина сырая из муки 1 сорта	12,5	Крыжовник	12
Яичный желток куриный	12	Яичный порошок	12
Свинина	12	Яичный желток куриный	12
Мясо говяжье	11,6	Кукурузная крупа	11,6
Манная крупа	11,3	Земляника	10
Баклажаны	10	Свекла	10
Капуста белокочанная	10	Гусь	9
Утка	9	Баранина	9

Салат	9	Слива	8
Картофель	8	Молоко, овечье	8
Творог, 18% жирности	7.7	Молоко, козье	7
Томаты	7	Яблоки	6
Яйцо куриное	6	Груша	5
Кефир, простокваша	5.	Молоко, коровье	5
Сливки, сметана	5	Кролик	4.5
Рыба морская и речная	4	Рисовая крупа	3.4
Виноград	3	Лимон	1

Недостаток молибдена в организме [6, 10]

Недостаточность молибдена в организме сопровождается уменьшением содержания в тканях ксантиноксидазы. При недостаточности молибдена страдают анаболические процессы, наблюдается ослабление иммунной системы. Тиомолибдат аммония (растворимая соль молибдена) является антагонистом меди и нарушает ее утилизацию в организме. Есть сведения, что молибден играет важную роль в процессе включения фтора в зубную эмаль, а также в стимуляции гемопоэза.

Причины недостатка молибдена

- длительное внутривенное питание у больных с нарушениями работы желудочно-кишечного тракта или находящихся в реанимационно-парентеральном питании;
- злоупотребление диуретиками и слабительными;
- жесткая несбалансированная вегетарианская диета;
- нарушение нормального всасывания из кишечника;
- подверженность стрессовым ситуациям, когда возникает повышенная потребность организма в сульфитоксидазе;
- избыточное содержание вольфрама в организме.

Симптомы недостатка молибдена [6, 11, 13, 16]:

- снижение активности ферментов, содержащих молибден;
- тахикардия;
- одышка;
- тошнота, рвота;
- отёки;
- авитаминоз А, снижение остроты зрения и «куриная слепота»;
- нервная возбудимость, раздражительность, тревожность, дезориентация, кома;

- кариес;
- снижение иммунитета.

Последствия недостаточности молибдена:

- нарушение нормального развития головного мозга, метаболизма цистеина, обмена азотистых оснований;
- повышение риска развития рака пищевода;
- умственная отсталость;
- уменьшение экскреции неорганических сульфатов, мочевой кислоты;
- подагра;
- торможение катаболизма метионина;
- образование ксантиновых камней в почках;
- чрезмерное накопление меди, что может привести к интоксикации организма;
- риск импотенции;
- выпадение волос и облысение;
- грибковые и инфекционные поражения ногтей и кожи, дерматиты.
- снижение скорости роста, расщепления целлюлозы.

У людей, получающих длительно неполное парентеральное питание или подверженных стрессу (увеличенная потребность в сульфитоксидазе), описан синдром «приобретенного дефицита молибдена»: гиперметионинемия, гипоурикемия, гипероксипуринемия, гипоурикозурия и гипосульфатурия, прогрессирующие умственные расстройства (до комы).

При недостаточности в организме молибдена (или избытке вольфрама) нарушается способность окисления ксантина до мочевой кислоты, тормозится катаболизм метионина, уменьшается экскреция мочевой кислоты и неорганических сульфатов, снижается скорость роста, образуются ксантиновые камни в почках. Дефицит молибдена может привести к снижению расщепления целлюлозы и чрезмерному накоплению меди в организме, вплоть до медной интоксикации. Все эти явления могут быть устранены при добавлении молибдена в рацион.

Признание роли молибдена как компонента сульфитоксидазы и данные о том, что дефицит сульфитоксидазы нарушает метаболизм цистеина, были подтверждены случаями нарушений, вызванных недостаточностью функционирующего молибдена у человека. Так, существует врожденный дефект в метаболизме цистеина (дефицит сульфитоксидазы) – аномалия, которая характеризуется серьезным повреждением мозга, умственной отсталостью, вывихом хрусталика, увеличенной мочевой экскрецией сульфита, уменьшенной мочевой экскрецией сульфата, которая в результате приводит к коме и летальному исходу. Было установлено, что в организме

пациентов с врожденной недостаточностью метаболизма цистеина почти отсутствует молибден.

В некоторых районах мира наблюдаются эндемические заболевания, связанные со степенью обеспеченности населения молибденом (например, отмечен рост заболеваемости раком пищевода в провинции Хэнань, КНР; Транскей, ЮАР).

Избыток молибдена в организме

При избыточном потреблении молибдена – в пределах 10–15 мг/день – проявляются клинические симптомы интоксикации. При дозах молибдена, превышающих 15 мг/сут, повышается активность ксантиноксидазы, накапливается мочевая кислота, увеличивается риск возникновения подагры (например, у лиц, контактирующих с молибденом в производственных условиях). При хронической молибденовой интоксикации развиваются неспецифические симптомы, которые проявляются раздражением слизистых оболочек, пневмокониозом, уменьшением массы тела.

Молибден необходим: при новообразованиях головного мозга, нарушениях зрения, тахикардии, мужском бесплодии.

Причины отравления соединениями молибдена [6]:

- вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях;
- излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами;
- избыток в организме вольфрама;
- скудность рациона питания на медь.

Случаи острой передозировки организма минералом практически не встречаются, а хроническое отравление имеет схожие симптомы с состоянием, развивающимся при дефиците молибдена в организме.

При избыточном содержании молибдена в почве наблюдается эндемическое заболевание – «молибденовая» подагра.

Основные проявления избытка молибдена [2, 5, 11, 16]:

- повышение активности ксантиноксидазы, повышение уровня мочевой кислоты в моче; подагра (также возможна уратурия, мочекаменная болезнь);
- раздражение слизистых оболочек,
- анемия, лейкопения;
- вытеснение меди;
- пневмокониоз;

- снижение массы тела.
- накопление азотистых шлаков в крови;
- сбои процессов оплодотворения;
- нарушение фосфорного обмена в костях;
- замедление роста;
- пигментация кожи;
- отложение солей в суставах;

При избытке молибдена назначается симптоматическое лечение, также назначаются препараты, содержащие серу и медь, которые связывают в организме излишки молибдена и вытесняют его из ферментов [15]

Литература

1. Миндаль – полезные свойства. <http://nnm.me/blogs/tan5877/mindal-poleznye-svoystva>.
2. Молибден. <http://eat-info.ru/references/microelements/molibden>.
3. Молибден. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=42>.
4. МОЛИБДЕН. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2669.html>.
5. Молибден в организме человека. http://properdiet.ru/mineralnye_veshestva/page2/62-molibden-v-organizme-cheloveka.
6. Молибден в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1651-molibden-v-organizme-cheloveka.html>.
7. МОЛИБДЕН В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА. <http://www.tvoya-aura.ru/article-about-me/molibden-v-organizme-cheloveka.html>.
8. Молибден и его роль в жизни. http://wolframpo.ru/molibden_i_ego_rol_v_zhizni.
9. Молибден – характеристика функций и роли элемента в организме человека; перечень продуктов, в которых содержится данный металл. <http://xcook.info/components/index.html>.
10. Молибден (Mo)Для человека – качественная детоксикация. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/molibden-kachestvennaya-detoksikatsiya>.
11. «Мужской» микроэлемент – молибден. http://health-diet.ru/article/nutrient_vitamins/molibden.
12. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ МОЛИБДЕНОМ. <http://foodand-health.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-molibdenom/>
13. Продукты, содержащие молибден. <http://www.zanfiz.ru/produkty-soderzhashchiye-molibden>.
14. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0

B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

15. Рыбак А. Молибден в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1651-molibden-v-organizme-cheloveka.html>.
16. Таблица содержания молибдена в продуктах питания (в 100 г). <http://happy-womens.com/tablitisa-soderzhaniya-molibdena-v-produktah-pitaniya-v-100-g.html>.
17. ФУНДУК (= ЛЕЩИНА, ОРЕШНИК). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/funduk>.

1.3.23. Германий

Германий (лат. Germanium), Ge, химический элемент IV группы периодической системы Менделеева; порядковый номер 32, атомная масса 72,59; твердое вещество серо-белого цвета с металлическим блеском [3]. По электрофизическим свойствам является непрямозонным полупроводником.

Новый элемент, названный германием, обнаружил немецкий химик-технолог Клеменс Александр Винклер (нем. Clemens Alexander Winkler; 1838–1904) в 1886 г., исследуя состав минерала аргиродита (одной из фрейбергских серебряных руд). Однако существование германия еще в 1869 году предсказал создатель Периодической системы Д.И. Менделеев, который тогда же дал ему условное название «экасилиций», поскольку в системе химических элементов он занимал место в следующем периоде сразу под кремнием.

Германий – не самый редкий химический элемент. Встречается в сульфидных и железных рудах, а также в рассеянном виде в силикатах, свои минералы образует очень редко. Его содержание в земной коре составляет порядка $10^{-4}\%$, что выше, чем концентрация сурьмы, висмута и даже серебра. В некоторых минералах (пираргирит, энаргит и др.) содержание германия может составлять до 10 кг на тонну. Концентрация этого химического элемента в водах Мирового океана около $6 \cdot 10^{-5}$ мг/л [8].

Применение Германия [3]

Германий – один из наиболее ценных материалов в современной полупроводниковой технике. Он используется для изготовления диодов, триодов, кристаллических детекторов и силовых выпрямителей. Монокристаллический Германий применяется также в дозиметрических

приборах и приборах, измеряющих напряженность постоянных и переменных магнитных полей. Важной областью применения Германия является инфракрасная техника, в частности производство детекторов инфракрасного излучения, работающих в области 8-14 мкм. Перспективны для практического использования многие сплавы, в состав которых входят Германий, стекла на основе GeO_2 и другие соединения Германия.

Тетрахлорид германия используется в качестве вспомогательного элемента для нескольких оптических процессов [9].

Биологическая роль германия

В организме человека содержится около 5 мг германия [7].

Он повышает эффективность иммунной системы организма, борется с онкозаболеваниями, уменьшает болевые ощущения.

Суточная потребность организма человека в германии – 0,4–1,5 мг [5].

Германий хорошо абсорбируется организмом (около 95%) и относительно равномерно распределяется по органам и тканям (как во внеклеточных, так и внутриклеточных пространствах). Германий выводится из организма преимущественно через почки (90%).

В организме человека органический германий обладает широким спектром биологической активности [5]:

- оказывает антигипоксическое действие – обеспечивает перенос кислорода к тканям организма и, перенося кислород, предупреждает развитие кислородной недостаточности на тканевом уровне, уменьшает риск развития так называемой кровяной гипоксии, возникающей при уменьшении гемоглобина в эритроцитах;
- стимулирует иммунитет, подавляя процессы размножения микробных клеток, активируя макрофаги и специфические клетки иммунитета;
- имеет противогрибковые, противовирусные и антибактериальные свойства (стимулирует продуцирование интерферона для защиты от чужеродных микроорганизмов);
- является мощным антиоксидантом – блокатором свободных радикалов в организме;
- задерживает развитие злокачественных новообразований и препятствует появлению метастазов (нейтрализует отрицательно заряженные частицы опухоли, тем самым подавляя ее развитие);
- регулирует все клапанные системы пищеварения, перистальтики и венозной системы;
- уменьшает боль (соединения германия прекращают движение электронов в нервных клетках, тем самым останавливая боль).

Германий продлевает жизнь лабораторных животных на 25-30%.

Имеются сведения о синергетическом действии германия и селена.

Пищевые источники германия [4-6]:

- чеснок;
- корень женьшеня;
- зелень чеснока;
- отруби;
- перловая крупа;
- бобы;
- белые грибы;
- семена подсолнуха и тыквы;
- морковь;
- картофель;
- свекла;
- томаты;
- томатный сок;
- рыба;
- кальмары;
- мидии;
- креветки;
- ламинария;
- молоко.

В 1 г сырых продуктов германия обычно содержится 0.1 – 1.0 мкг. Чемпионом по содержанию германия среди пищевых продуктов является чеснок. Он содержит 750 мкг германия на 1 г сухой массы зубков чеснока.

Признаки недостаточности германия

- развитие остеопороза
- повышение риска развития онкологических заболеваний
- нарушение работы желудочно-кишечного тракта и обмена жиров.

Германий необходим: при инфекциях различного происхождения, общем сниженном тонусе организма, при восстановлении после перенесенных заболеваний, при остеопорозе, лечении анемий и иммунодефицитных состояний.

Препараты германия

«Гермавит» – Россия, 0.55 г №1, на основе органического соединения германия – 2-карбокситилгермесесквиоксиана. Помимо германия препарат содержит калий, фосфор, витамины антиоксиданты А, Е и С, действие которых направлено на подавление свободнорадикального окисления мембранных липидов, играющего существенную роль в гипоксическом

повреждении тканей, и витамин В6, участвующей в минеральном обмене веществ организма человека и способствующему более полному усвоению германия и группы витаминов антиоксидантов. «Гермавит» показан для больных, страдающих кислородной недостаточностью.

«Гермавит» укрепляет иммунную систему, препятствует возникновению простудных и вирусных заболеваний.

«Гермавит» эффективен для профилактики гриппа.

Микроэлемент германий, входящий в состав препарата «Гермавит», предотвращает старение и гибель клеток организма, защищает организм человека от отравления свинцом, ртутью, мышьяком и другими тяжелыми металлами.

Проведенные испытания биологической эффективности «Гермавита» в лаборатории физиологии и биохимии спорта показали, что препарат оказывает мощное антиоксидантное и адаптогенное действие, является отличным средством профилактики вредных воздействий окружающей среды, способствует поддержанию высокого уровня физической и умственной работоспособности при различных стрессовых ситуациях и может быть рекомендован испытывающим тяжелые физические нагрузки спортсменам [2].

«Германий – 132» – Япония, синонимы: КГС, 2-карбоксиэтилгермесквикооксан, германий-132 показал в целом ряде исследований множество позитивных эффектов, в частности противоопухолевый, противовирусный, интерферониндуцирующий (в т.ч., индуцирующий образование гамма-интерферона), радиопротективный, антимуtagenный, гепатопротекторный, антигипоксантный и другие [1].

Избыток германия в организме человека [1, 8]

В больших количествах соединения германия токсичны для организма. Особой токсичностью отличаются соединения двухвалентного германия.

Чаще всего причиной избытка германия является вдыхание паров чистого германия и его оксидов на вредном производстве, ПДК которых в воздухе составляет 2 мг/куб.м. Волна популярности препаратов германия [особенно для лечения раковых и иммунных (в т.ч. ВИЧ) заболеваний] привела в 1980-90-х гг. к появлению на рынке большого количества биологически активных добавок, содержащих в основном Ge-132. Неконтролируемое и недоброкачественное производство таких добавок в ряде азиатских стран и их активные поставки в страны Европы, США и Японию привели к тому, что в 1990-х гг. появился ряд научных исследований, описывающих как минимум 31 случай (в том числе летальные) интоксикации, предположительно, связанный с приемом биодобавок с германием, так как в организмах умерших пациентов (особенно в почках) констатировалось повышенное содержание диоксида германия.

При контакте с хлоридом германия может возникнуть раздражение кожи, при поступлении соединений германия в больших дозах внутрь могут быть поражены печень или почки.

Литература

1. Амбросов И.В., Алешин С.В., Алимбарова Л.М., Матело С.К., Шохин И.Е. Архив статей > Использование органических соединений германия в медицине (№11 май 2015). <http://pharmjournal.ru/articles/stati/ispolzovanie-organicheskikh-soedinenij-germaniya-v-medicine-n11-maj-2015>.
2. «Гермавит» – препарат с микроэлементом германием. http://www.nedug.ru/news/%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%BE_%D0%BE_%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8C%D0%B5/2001/3/1/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82-%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BC-%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D0%BC#_WJMB_cn0EYY.
3. Германий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=32>.
4. Германий в организме человека. <http://muvrasil.ru/zdorovoe-pitanie/germanij-v-organizme-cheloveka>.
5. Германий (Ge). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikrochudesa/germanij-antioksidant-i-antigipoksant>.
6. Органический германий и его применение в медицине. Органический германий. История открытия. <http://www.medlinks.ru/article.php?sid=7233>.
7. Распространённость химических элементов в человеческом организме https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
8. Рыбак А. Германий в организме человека. <https://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1644-germanij-v-organizme-cheloveka.html>.
9. Хлорид германия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4_%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F\(IV\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B4_%D0%B3%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F(IV)).

1.3.24. Кобальт

Кобальт (лат. Cobaltum, Co) – химический элемент с атомным номером 27, атомная масса 58,9332. Химический символ элемента Co произносится «кобальт». Кобальт – блестящий, серебристо-белый, тяжелый металл с розоватым оттенком. В земной коре содержание кобальта равно $4 \cdot 10^{-3}\%$ по массе. В морской воде приблизительно $(1-7) \cdot 10^{-10}\%$ кобальта [2].

В XV веке немецкая провинция Саксония была крупным центром по добыче меди, серебра и других цветных металлов. Именно там впервые нашли руду, которая по внешним признакам была похожа на серебряную, но при плавке получить из нее драгоценный металл так и не удалось. Кроме того, при обжиге такой руды выделялся летучий ядовитый газ, отравлявший рабочих. Горняки объясняли эти неприятности вмешательством нечистой силы, коварного подземного гнома кобольда. От него же исходили и другие опасности, подкарауливающие рудокопов в подземельях. Со временем, когда саксонцы научились отличать «нечистую» руду от серебряной, они назвали ее «кобольд» (от нем. Kobold – подземный гном, насмешливый дух, бессовестный плут). В 1735 году шведский химик Георг Брандт (швед. Georg Brandt; 1694–1768) выделил из этой «нечистой» руды серый со слабым розоватым оттенком неизвестный металл, который назвал «корольком кобольда». Вскоре это название было изменено на «кобальт», а затем на «кобальт». Кобальт относится к важнейшим микроэлементам [1].

Применение кобальта [2]

Основная доля получаемого кобальта расходуется на приготовление различных сплавов. Так, добавление кобальта позволяет повысить жаропрочность стали, обеспечивает улучшение ее механических и иных свойств. Кобальт – компонент некоторых твердых сплавов, из которых изготавливают быстрорежущий инструмент (сверла, резцы). Особенно важны магнитные кобальтовые сплавы (в том числе так называемые магнитомягкие и магнитотвердые). Магнитные сплавы на основе кобальта используют при изготовлении сердечников электромоторов, их применяют в трансформаторах и в других электротехнических устройствах. Для изготовления головок магнитной записи применяют кобальтовые магнитомягкие сплавы. Кобальтовые магнитотвердые сплавы типа SmCo_5 , PrCo_5 , характеризующиеся большой магнитной энергией, используют в современном приборостроении. Для изготовления постоянных магнитов находят применение сплавы, содержащие 52% кобальта и 5-14% ванадия или хрома (так называемые викаллои). Кобальт и некоторые его соединения служат катализаторами. Соединения кобальта, введенные в стекла при их варке, обеспечивают красивый синий (кобальтовый) цвет стеклянных изделий. Соединения кобальта используют как пигменты многих красителей.

Кобальт в организме человека стимулирует кроветворение, входит в состав V_{12} -зависимых ферментов, активирует ряд ферментативных процессов. Кобальт активирует накопление соединений, первичными предшественниками которых являются ароматические аминокислоты (фенилаланин, тирозин, триптофан), т.е. всех фенолов, некоторых групп алкалоидов (производные тропана, индола).

В организме взрослого человека содержится около 3 мг кобальта [8].

Суточная потребность организма человека – 20–50 мкг. По другим данным за сутки человек должен получать с пищей 100–200 мг кобальта. Дефицит кобальта наблюдается при недостаточном поступлении этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее).

В среднем в желудочно-кишечном тракте всасывается около 20% поступившего кобальта. Из организма кобальт выводится с фекалиями (около 80%) и с мочой (10%).

Биологическая роль в организме человека

Кобальт выполняет в организме следующие функции [3, 10]:

- вместе с железом и медью участвует в процессах кроветворения, стимулирует выработку эритроцитов в костном мозге, участвует в усвоении железа;
- регулирует некоторые функции центральной нервной системы (предотвращает раздражительность, утомление, обострение нервных заболеваний);
- нормализует обмен веществ (в тесном взаимодействии с витамином С, фолиевой кислотой и витамином В5);
- стимулирует рост костной ткани (это особенно важно в период активного роста детей и при климаксе у женщин);
- участвует в синтезе витамина V_{12} ;
- участвует в синтезе ДНК и РНК;
- нормализует деятельность поджелудочной железы;
- участвует в образовании гормонов щитовидной железы;
- входит в состав инсулина;
- обладает антисклеротическим действием;
- повышает иммунитет (увеличивает фагоцитарную активность лейкоцитов);
- активирует ряд ферментов;
- борется со злокачественными опухолями;
- участвует в общем восстановлении организма после тяжелых заболеваний;
- угнетает обмен йода;
- способствует выделению воды почками.

Кобальт является жизненно необходимым элементом для человека. Витамин B_{12} содержит около 4,5% кобальта. Кобальт повышает усвоение железа и синтез гемоглобина, является мощным стимулятором эритропоэза. Процесс кроветворения у человека и животных может осуществляться только при нормальном взаимодействии трех биоэлементов – кобальта, меди и железа. Следует отметить, что механизм влияния кобальта на гемопоэз продолжает оставаться неясным. Известно, что при введении кобальта в костный мозг увеличивается образование молодых эритроцитов и гемоглобина. Однако, для этого необходимо наличие в организме достаточного количества железа. Витамин B_{12} , кроме своего действия на процессы кроветворения, весьма эффективно влияет на обмен веществ, в первую очередь на синтез белков, а также обладает способностью восстанавливать –S–S– группы, участвующие в процессах блокирования и утилизации токсичных элементов. Кобальт способен избирательно угнетать дыхание клеток злокачественных опухолей и, тем самым, их размножение. Специфическим свойством кобальта считают его способность в два–четыре раза усиливать противомикробные свойства пенициллина.

Содержание кобальта в продуктах питания

Количество кобальта в продуктах питания напрямую зависит от территории, где были выращены овощи, в частности, от количества микроэлемента в почве. Что касается жвачных животных, то присущие в их организме бактерии способны трансформировать соли кобальта в витамин B_{12} .

Активность и функции кобальта, по существу, аналогичны витамину B_{12} , а это значит, что кобальт играет важную роль в процессе эритропоэза – производства эритроцитов. Также продукты, содержащие натуральный кобальт, способствуют накоплению в организме аскорбиновой кислоты, ретинола, ниацина и филлохинонов. Запасы кобальта организм пополняет в основном через витамин B_{12} . Значительные резервы этого кобальта есть в мясе, печени, почках, моллюсках, устрицах и молоке. Но все же лучшим поставщиком кобальта является океаническая рыба и морепродукты. Вегетарианцам этот нутриент стоит черпать из бобовых, шпината, капусты, листового салата, свеклы, зелени. Выбирая полезные фрукты, предпочтение лучше отдать инжиру. Этот фрукт особенно полезен тем, кто нуждается в быстром восстановлении кобальт-баланса. Запасы вещества есть и в крупах, богатых витамином B_{12} . Правда, по мнению биологов, организм всасывает только пятую часть полученного кобальта, остальное выводится.

Таблица 45. Содержание кобальта в пищевых продуктах (мкг / в 100 г)
[4, 7, 9, 10]

Продукт	Кобальт, мкг в 100 г продукта	Продукт	Кобальт, мкг в 100 г продукта
Кальмар (мясо)	95	Белый гриб сушёный	41
Сельдь атлантическая	40	Тунец	40
Карп	35	Судак	35
Печень трески	35	Соя зерно	31,2
Сардина	30	Килька балтийская	30
Окунь морской	30	Терпуг	30
Путассу	30	Треска	30
Какао-бобы	27	Томатная паста	25
Крупа манная	25	Перепёлка	25
Салака	25	Печень баранья	25
Яичный желток куриный	23	Орех кедровый	21,1
Скумбрия	20	Кета солёная	20
Горбуша	20	Анчоусы атлантические	20
Зубатка пёстрая	20	Сом	20
Ставрида океаническая	20	Навага беломорская	20
Ледяная рыба	20	Камбала	20
Хек	20	Судак	20
Щука	20	Сайда	20
Пикша	20	Печень говяжья	19,9
Фасоль зерно	18,7	Мак-семя	18
Мясо кролика	16,2	Печень индейки	15
Печень куриная	15	Минтай	15
Шампиньоны	15	Яйцо перепелиное	14

Горох зерно	13,1	Фундук	12,3
Миндаль	12,3	Сердце говяжье	12
Субпродукты (головы, шеи, желудки, ноги)	12	Сердце кури- ное	12
Куры	12	Печень свиная	12
Куриная грудка (филе)	12	Креветки	12
Чечевица зерно	11,6	Яйцо куриное жареное	11,5
Печень гусиная	11	Гуси	11
Груша	10	Бройлеры (цыплята)	10
Чеснок	9	Почки говяжьи	8,8
Пшеничная крупа	8,3	Орех грецкий	7,3
Говядина	7	Картофель	5
Лук	5	Геркулес	5
Сыр	4,38	Земляника	4
Капуста	3	Редис	3
Ячневая каша	2,1	Морковь	2
Свекла	2	Абрикосы	2
Виноград	2	Огурец	1
Рис	1	Кефир	1
Сливки	0,3	Сметана	0,3

Синергисты и антагонисты кобальта

Повышенное содержание белка и железа в пище замедляют усвоение кобальта в желудочно-кишечном тракте; медь и цинк, наоборот, усиливают этот процесс. Избыток кобальта может приводить к нарушению метаболизма йода в щитовидной железе.

Кобальт необходим:

- при аритмии,
- анемиях (особенно В12-дефицитной анемии),
- кровопотерях,
- вегетососудистой дистонии.

Недостаточное поступление кобальта в организм отягощает эндемический зоб. Дефицит кобальта возможен в следующих случаях [10]:

- при атрофических гастритах;
- операциях на желудке;
- язвенной болезни двенадцатиперстной кишки;
- глистной инвазии;
- у вегетарианцев;
- при больших физических нагрузках;
- у курящих;
- пожилых людей;
- при больших кровопотерях.

Признаки недостаточности кобальта [3, 10]:

- общая слабость,
- атрофия слизистой оболочки ЖКТ;
- тошнота;
- потеря аппетита и веса;
- утомляемость,
- головные боли;
- спутанность сознания.
- снижение памяти,
- вегетососудистые нарушения;
- кровоточивость десен;
- бледность губ, десен, языка;
- аритмии;
- заболевания эндокринной системы и лёгких;
- расстройство менструального цикла;
- дистрофия костных тканей;
- анемия;
- замедленное развитие в детском возрасте;
- медленное выздоровление после заболеваний.

Препараты, содержащие кобальт

Лекарственные средства, в состав которых входит кобальт, в основном прописывают людям, страдающим анемией, болезнями печени, панкреатитом, склерозом, радикулитом, крапивницей, бронхиальной астмой, неврозами, дерматитами, а также вводят в рацион недоношенных и грудных детей в период инфекционных заболеваний.

- Препарат Бефунгин, созданный на растительной основе, применяется при заболеваниях ЖКТ, гастритах, раке.
- Кобальт-коамид – препарат для лечения различных видов анемий. Данный препарат является стимулятором кроветворительных

процессов. Он главным образом способствует усвоению железа и стабилизирует процессы кровообращения и дыхания.

- Ферковен – содержит сахарат железа и глюконат кобальта, применяется для восстановления количества железа в организме.
- Многие поливитаминные комплексы содержат необходимое для нормального функционирования организма количество кобальта.

Повышенное количество кобальта в организме [6]

Может наблюдаться при избыточном приеме витамина B_{12} , работе на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив. Соли кобальта используются при производстве некоторых сортов пива, что в ряде случаев приводит к развитию у его потребителей «кобальтовой» кардиопатии. Избыток кобальта подавляет синтез витамина B_{12} и тормозит важнейшие энзиматические реакции синтеза тироксина.

Признаки токсического влияния кобальта [7, 10]

- поражение слухового нерва;
- дисфункция щитовидной железы;
- повышение уровня липидов и эритроцитов в крови;
- нарушение активности в клетках костного мозга;
- препятствие усвоению йода;
- дерматиты;
- «Кобальтовая» пневмония;
- бронхиальная астма;
- повышение артериального давления;
- поражение сердечной мышцы;
- нарушение фертильности у мужчин.

Вывести излишки кобальта помогут:

- рис;
- отвар овсянки;
- кунжут;
- можжевельник;
- отвары из ромашки, шиповника, календулы, кориандра, облепихи;
- овощи и фрукты, содержащие пектин.

Лечение отравления кобальтом [5]

Промывание кишечника обязательно проводят, если при рентгенографии живота обнаружены рентгеноконтрастные пятна, указывающие на присутствие кобальта; если это не дало результата, удаляют кобальт с помощью эндоскопии или хирургически. Комплексообразующие средства

назначают лишь после удаления кобальта из ЖКТ независимо от того, какой метод применялся.

Ацетилцистеин, сукцимер, ЭДТА, глутатион и диэтилентриаминпентакусная кислота (ДТПА) – способствуют выведению кобальта с мочой и калом. Динатриевая соль ЭДТА снижает смертность при отравлениях. У человека известен лишь один случай применения комплексообразующих средств (отравление кобальтом у ребенка). В/в введение кальциево-динатриевой соли ЭДТА (50 мг/кг/сут на протяжении 5 сут) ускорило выведение кобальта почками; одновременно исчезли метаболический ацидоз и нарушения сердечной деятельности. Судя по этому единственному примеру, а также исследованиям на животных и данным по безопасности комплексообразующих средств, при отравлениях кобальтом можно применять кальциево-динатриевую соль ЭДТА и ацетилцистеин. Показания к их назначению – ацидоз, сердечная недостаточность, наличие перикардального выпота, клинически значимое увеличение щитовидной железы и синдром повышенной вязкости крови. Кальциево-динатриевую соль ЭДТА назначают в тех же дозах, что и при свинцовом отравлении, а ацетилцистеин – как при отравлениях парацетамолом. Ацетилцистеин вводят в/в, по той же схеме, что и при остром некрозе печени. Всем пострадавшим вводят также тиамин. Обычно начинают со 100 мг/сут в/в, повышая дозу до 100 мг/ч при опасных для жизни симптомах (таких, как сердечная недостаточность и метаболический ацидоз), чтобы избежать сопутствующего дефицита тиамина.

Литература

1. «Бессовестный плут» важный кобальт. http://health-diet.ru/article/nutrient_vitamins/kobalt.
2. Кобальт. <http://megabook.ru/article/%D0%9A%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%82>.
3. Кобальт (Co).<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudes/kobalt-krov-v-poryadke>.
4. Орех кедровый. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/orekh-kedrovij>.
5. Отравление кобальтом.<http://surgeryzone.net/toksikologiya/otravlenie-kobaltom.html>.
6. Отравление кобальтом.<http://www.f-med.ru/toksikologia/kobalt.php>.
7. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ КОБАЛЬТОМ. <http://foodand-health.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-kobaltom>.
8. Распространённость химических элементов в человеческом организме.<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91>

D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8
%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85
_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%
BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D
0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%
D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

9. Содержание кобальта в продуктах питания. http://www.novostioede.ru/article/soderzhaniye_kobalta_v_produkтах_pitanija.
10. Таблица содержания кобальта в продуктах питания (в 100 г).<http://happy-womens.com/tablitса-soderzhaniya-kobalta-v-produkтах-pitaniya-v-100-g.html>.

1.3.25. Сурьма [5]

Сурьма (лат. Stibium), Sb, химический элемент V группы периодической системы Менделеева; атомный номер 51, атомная масса 121,75; металл серебристо-белого цвета с синеватым оттенком [4].

С сурьмой люди знакомы с давних пор. Еще 3000 лет до н.э. на Востоке она применялась в изготовлении посуды. В XIX веке до н.э. в Древнем Египте сурьма в виде порошка использовалась в косметических целях для чернения бровей.

Самостоятельным химическим элементом сурьму признал известный французский химик Антуан Лоран Лавуазье (фр. Antoine Laurent de Lavoisier; 1743–1794). Сурьма относится к редким элементам, его среднее содержание в земной коре около 0,5 г на тонну. Концентрация в морской воде около 0,5 мкг/л.

Сурьма широко применяется в изготовлении полупроводниковых приборов, сплавов свинца (увеличивает их твердость), припоев, лекарств, огнеупорных соединений, стекла, красок, пигментов и эмалей, керамики, спичек. В технике широко известен баббит – сплав сурьмы с оловом и медью, который используется для изготовления подшипников скольжения. Долгое время сурьма была необходимым компонентом в изготовлении типографской краски.

Давно известно и токсическое воздействие этого вещества на организм, в частности, его способность вызывать рвоту и поражать органы пищеварения. В настоящее время сурьма относится ко второй группе канцерогенных веществ.

Биологическая роль сурьмы [1, 3, 6]

Физиологическая роль сурьмы для организма человека изучена недостаточно. В 1974 г. советским микробиологом Н.М. Ляликовым обнаруже-

на неизвестная ранее бактерия, которая питается исключительно трехокисью сурьмы Sb_2O_3 . При этом трехвалентная сурьма окисляется до пентавалентной. Считают, что многие природные соединения пентавалентной сурьмы образовались с участием «сурьмяной» бактерии.

В теле человека массой 70 кг содержится около 2 мг сурьмы [7].

По данным отдельных авторов – 49-90 мг. Предельно допустимая концентрация Сурьмы 10^{-5} – 10^{-7} г на 100 г сухой ткани. При более высокой концентрации этот элемент инактивирует ряд ферментов липидного, углеводного и белкового обмена (возможно в результате блокирования сульфгидрильных групп) [4]. Суточная потребность организма человека не установлена, среднесуточное поступление около 50 мкг.

Сурьма попадает в организм человека с пищей. Дополнительным фактором её поступления является курение табака, где содержание сурьмы колеблется 0,1 – 10 мг/кг. 20% от количества сурьмы в сигаретах поступает в организм людей через дыхательные пути с дымом. На долю сурьмы, поступающей в организм с дымом сигарет, у курящих людей, приходится – 0,002%. При использовании табака, выращенного в сурьмяной провинции, ее концентрация увеличивается до 0,19%. Сурьма избирательно концентрируется в щитовидной железе, печени, селезенке, скелете, почках, крови (в большей степени – в эритроцитах) и в других органах и тканях человека. Высокое содержание сурьмы отмечается в волосах и коже. В эритроцитах накапливается преимущественно сурьма в степени окисления +3, в плазме крови – в степени окисления +5.

Сурьма содержится в клетках и входит в состав цитоплазмы, ядер, митохондрий, микро- и макросом. Следовательно, сурьма входит в состав РНК и ДНК различных клеток человека и животных. Она является составной частью общих гистонов и отдельных фракций. Это позволяет предположить участие сурьмы в процессах трансформации РНК и ингибирования их синтеза наряду с кобальтом, хромом, цинком и железом. Поэтому можно предположить, что сурьма является постоянным компонентом живых организмов.

Выведение сурьмы из организма происходит сравнительно быстро около 94% выводится в первые 5 суток. Трехвалентная сурьма выводится преимущественно с фекалиями (в 3-4 раза больше) чем с мочой. Пентавалентная сурьма в основном (до 80%) выводится через почки.

Взаимодействие сурьмы с другими химическими элементами изучено недостаточно.

Пищевые источники сурьмы:

Морепродукты, овощи, фрукты, соки, напитки. Предельно допустимое содержание сурьмы в овощах и фруктах – 0,3 мг/кг, молоке и напитках – 0,05 мг/кг, в морепродуктах – 0,5 мг/кг.

Применение сурьмы в медицине [5]

Препараты сурьмы: глюкантим (меглюмина антимолиат) и пентостам (стибоглюконат натрия), используются в лечении лейшманиоза – инфекционных заболеваний, возбудителями которых являются внутриклеточно паразитирующие жгутиковые рода *Leishmania*, а переносчиками самки некоторых видов mosquitos. В медицинской диагностике препараты сурьмы применяются в исследованиях свертывания крови.

Недостаток сурьмы

Данные о клинических проявлениях дефицита сурьмы в литературе отсутствуют.

Избыток сурьмы [1]

Механизм токсического воздействия имеет сходство с мышьяком. Но сурьма всасывается медленнее и, как правило, вызывает хроническое отравление организма. Случаи острого отравления сурьмой редки.

Наиболее частыми признаками патологии клетки в условиях сурьмяной интоксикации явились изменения структуры митохондриального комплекса. На ранних этапах интоксикации в цитоплазме лимфоцитов увеличилось количество митохондрий и появились гигантские митохондрии. В поздних стадиях отмечались отек митохондрий с последующим разрушением крист внутренней мембраны. На уровне лизосом отмечались повреждения мембран с избыточными высвобождением кислых гидролаз. Имеет место расширение цистерн и общей сети эндоплазматического ретикулаума. В эксперименте доказано мембранозно токсическое действие сурьмы – «шеддинг» эффект (отшнуровка мембраны), что на фоне снижения репаративных процессов приводит к гибели клеток. При изучении влияния сурьмы на противоионную резистентность организма животных доказано, что поступление сурьмы в течение 1-2 месяцев в дозах, на порядок ниже токсических (в 30-40раз) приводит к угнетению организма. При изучении морфологических изменений лимфоидных органов отмечали неспецифическую активацию лимфоидной ткани и клеток иммунной системы. При воздействии высоких и предельно переносимых концентраций сурьмы в вилочковой железе выявили уменьшение числа тимоцитов и их разрушение. В отдаленные сроки отмечались усиления митотической активности, увеличение бластных форм клеток, макрофагов и повышение активности ретикулоэпителия. В селезенке, лимфатических узлах средостения, брыжеек и лимфатических скоплениях кишечника в ранние сроки выявили уменьшение лимфоидных фолликул, светлых центров, угнетение лимфопоэза и ослабление фагоцитарной активности. На 14–21 сутки

отмечено увеличение площади светлых центров, усиление митотической активности, увеличение числа бластных форм клеток и повышение макрофагальной активности. Подобные изменения свидетельствуют о срыве адаптационной реакции иммунной системы на воздействие высокой концентрации соединений сурьмы. При этом морфологические реакции нарастают на фоне инволютивных изменений и носят неспецифический характер.

Сурьма, как и другие токсические вещества, скорее всего, влияет на уровень эволюционно сложившихся защитных механизмов организма. Окиси и сульфиды сурьмы менее ядовиты, чем аналогичные соединения мышьяка. Более токсичным из всех её соединений является треххлористая сурьма $Sb(III)$ обладающая большим раздражающим действием. Токсичность сурьмы и её соединений в значительной мере определяется их растворимостью, быстротой выведения из организма, а также количеством примесей мышьяка и свинца. Пыль элементарной сурьмы токсичнее, чем пыль ее соединений, однако, введение её внутрь не опасно. Токсичность галогенидов сурьмы объясняется действием как целой молекулы, так и продуктов гидролиза.

Причины отравления сурьмой

Отравление сурьмой в современном мире происходит чаще всего в условиях промышленного производства, а также при лечении лейшманиоза. Токсическое вещество проникает в организм через органы дыхания и при употреблении препаратов сурьмы внутрь. Нередки случаи интоксикации при использовании мазей, в состав которых входят соединения сурьмы.

Симптомы отравления сурьмой [1-3, 6]

Отравление сурьмой носит чаще всего хронический характер, ввиду медленного её всасывания. Симптомы интоксикации зависят от путей проникновения её в организм. Сурьма обладает раздражающим действием на слизистые оболочки и кожные покровы.

- При внутреннем попадании препаратов сурьмы развивается острый гастроэнтерит. Наблюдается рвота, диарея, острые боли в области живота. Развивается геморрагический гастрит, язвенные поражения желудка и кишечника, воспаление поджелудочной железы.
- При контактном отравлении развиваются дерматиты, эрозивное повреждение кожи, язвы, папулёзно-пустулезные высыпания.
- Раздражается слизистая оболочка глаз, наблюдаются конъюнктивиты.
- При вдыхании пыли, содержащей соединения сурьмы, развивается ларингит, трахеит, бронхит, пневмония (литейная лихорадка).

- Если дозы сурьмы небольшие и имеет место её длительное поступление, то развивается жировая дистрофия и цирроз печени, почечная недостаточность. Нарушается работы практически всех внутренних органов. Смертельной является доза 0,12-1,0 г окиси сурьмы. Клиническая картина острой интоксикации проявляется через 10-20 мин. Она характеризуется рвотой, мышечной слабостью, задержкой мочевыделения, судорогой, сердечной слабостью, расстройством дыхания.
- Сурьма, прежде всего, поражает центральную нервную систему, нарушает фосфорно-кальциевый ионный обмен, сопровождается развитием дефицита внутриклеточного калия, вызывает дегенеративные изменения внутренних органов (печень, почка и др.), угнетая активность ферментных систем.
- В результате связывания сульфгидрильных групп белков и низкомолекулярных соединений нарушается обмен белков и углеводов.
- В патогенезе интоксикации играют роль и аутоиммунные процессы. Сурьма и её соединения вызывают местную реакцию кожи (зуд, покраснения, пузырьки, гнойнички) и слизистой верхних дыхательных путей. Дистрофические изменения проявляются в гипертрофических и атрофических процессах.
- Имеют место и функциональные нарушения: функции голосового аппарата гортани и понижения остроты обоняния.
- Сурьма обладает кумулятивным свойством, вытесняя йод из организма, вызывает «зоб», образует комплексное соединение с белками.
- У женщин, контактирующих с сурьмой, увеличивается число гинекологических заболеваний, наблюдается расстройство менструального цикла, учащаются кровотечения во II периоде родов, повышается процент самопроизвольных выкидышей в поздние сроки беременности.
- Дети работников сурьмы перерабатывающего производства отказываются от груди, отмечается отставание роста.
- Среди рабочих мужчин отмечаются случаи нарушения половой функции. У рабочих, контактирующих с пятиясернистой сурьмой, наблюдалось увеличение печени, селезенки, появление метамиелоцитов и моноцитов крови.

При длительном контакте с сурьмой нарушалась обезвреживающая функция печени (проба с гиппуровой кислотой), снижалось содержание α_1 и α_2 фракций альбуминов и γ – глобулинов крови. При внутрибрюшном введении следовых доз сурьмы, выявлено снижение титра антител в реакции геммагглютинации.

Основные проявления избытка сурьмы

При острой интоксикации:

- быстро развивающееся обезвоживание в результате сильного слюнотечения, длительной рвоты, поноса;
- нитевидный пульс, расширение кожных капилляров;
- головные боли, расстройства координации движений;
- усиленное мочеотделение (при тяжелом отравлении – анурия), воспаление почек;
- снижение температуры тела.

При хронической интоксикации:

- снижение аппетита;
- металлический привкус во рту;
- обильное слюнотечение;
- тошнота;
- безудержная рвота;
- диарея;
- сухость в горле;
- длительный кашель;
- воспаление слизистой ротовой полости, горла;
- острые боли в животе;
- артериальная гипотония, тахикардия;
- нарушение менструального цикла, бесплодие;
- увеличение и болезненность печени;
- желтуха.

Возможные последствия отравления сурьмой

Последствия отравления сурьмой зависят от дозы токсического вещества и длительности воздействия на организм. Сильная степень отравления опасна развитием коллапса вследствие паралича кровеносных сосудов. Хронические формы отравления приводят к развитию цирроза печени, анемии, поражению миокарда, патологии детородной функции.

Диагностика отравления соединениями сурьмы осуществляется с учетом анамнестических данных больных, имеющих профессиональный контакт с этим токсическим веществом. Более четкую картину отравления дает анализ крови и мочи на содержание сурьмы.

Лечение и профилактика отравлений сурьмой [1, 3]

Первая помощь при отравлении сурьмой зависит от путей её поступления в организм. При ингаляционном отравлении больному необходимо дать теплый чай с сахаром. Если сурьма принята внутрь, необходимо

промыть желудок и дать выпить молоко. При сильных рвотных позывах больному дают кусочки льда.

В условиях стационара для снятия острых кишечных болей назначают анальгетики, для уменьшения рвоты – морфин. В качестве инфузионной терапии применяют изотонический раствор хлорида натрия, глюкозу. Для профилактики осложнений и по показаниям применяют сердечно-сосудистые препараты. Развитие коллапса предупреждают введением камфоры, кофеина. В качестве антидота при остром отравлении сурьмой служит унитиол.

Профилактика отравлений сурьмой и ее соединениями сводится к соблюдению техники безопасности на производстве, правильном использовании средств индивидуальной защиты. Особое внимание должно уделяться работе вытяжных систем. При лечении висцерального лейшманиоза следует строго соблюдать дозировку стибоглюконата (препарата сурьмы) и контролировать уровень сурьмы в крови.

Литература

1. О ВЛИЯНИЕ СУРЬМЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА (КРАТКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).<http://www.oshsu.kg/univer/temp/url/sakibaev/02.2004.pdf>.
2. СУРЬМА. http://old.smed.ru/guides/231#top_part_obschie.
3. Сурьма. <http://my-health.ru/content/325-surma>.
4. Сурьма.<http://www.chem100.ru/elem.php?n=51>.
5. Сурьма в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1655-surma-v-organizme-cheloveka.html>.
6. Сурьма(=Стибий)(Sb).<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/surma-rvotniy-kamen>.
7. Распространённость химических элементов в человеческом организме.https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.3.26. Серебро

Серебро (лат. Argentum), Ag, химический элемент I группы периодической системы Менделеева, атомный номер 47, атомная масса 107,868;

металл белого цвета, пластичный, хорошо полируется. Среднее содержание Серебра в земной коре (кларк) $7 \cdot 10^{-6}\%$ по массе. В биосфере Серебро в основном рассеивается, в морской воде его содержание $3 \cdot 10^{-8}\%$ [11]. Насколько серебро полезно люди узнали очень давно, поскольку серебро часто встречается в чистом виде. Археологи нашли, как серебряные кубки и чаши, так и специальные кувшины, используемые для перевозки и хранения воды: уже в то время, около 7000 лет назад, люди знали о свойствах серебра делать воду лечебной [10].

Даже обычная вода, хранящаяся в серебряных сосудах, приобретает целебные свойства. Потому такой водой стали промывать раны и поить ею раненых. Именно поэтому серебро является древнейшим антисептическим средством.

Важно, что серебро не поддается коррозии. Серебро используют преимущественно в виде сплавов: из них чеканят монеты, изготавливают бытовые изделия, лабораторную и столовую посуду. Серебром покрывают радиодетали для придания им лучшей электропроводности и коррозионной стойкости; в электротехнической промышленности применяются серебряные контакты. Для пайки титана и его сплавов используются серебряные припои; в вакуумной технике Серебро служит конструкционным материалом. Металлическое Серебро идет на изготовление электродов для серебряно-цинковых и серебряно-кадмиевых аккумуляторов. Оно служит катализатором в неорганическом и органическом синтезе (например, в процессах окисления спиртов в альдегиды и кислоты, а также этилена в окись этилена). В пищевой промышленности применяются серебряные аппараты, в которых готовят фруктовые соки. Ионы Серебра в малых концентрациях стерилизуют воду. Соединения Серебра (AgBr , AgCl , AgI) применяются для производства кино- и фотоматериалов [11]. В XVIII веке серебро применяли для лечения болезней нервной системы и пищеварения, сегодня же оно легло в основу многих эффективных лекарств. Болезни глаз, мочеполовой системы, горла, эрозии, язвы, трещины тканей и даже рак – при всех этих состояниях используются препараты с серебром.

Биологическая роль в организме человека [12]

Серебро в организме человека обладает выраженным бактерицидным, антисептическим, противовоспалительным, вяжущим действием. Антибиотики, так называемого, широкого спектра действия уничтожают примерно 500 видов бактерий. В то же время коллоидное серебро способно справиться с более чем 650 видами бактерий, которые не приобретают к нему устойчивости (в отличие от практически всех антибиотиков), а также против многих простейших (жгутиконосцы, реснитчатые) и ряда ви-

русов. Предполагают, что серебро подавляет ферменты, контролирующие энергетический обмен инфектантов. Установлено, что лейкоциты могут фагоцитировать серебро и доставлять его к очагам воспаления. И, уничтожая болезнетворные микроорганизмы, оно оставляет живыми все полезные микроорганизмы, поскольку присутствует в тканях нашего организма. Причём, если к антибиотикам бактерии привыкают (что, собственно, и становится причиной неэффективности лекарств), то устойчивость вирусов и бактерий к серебру не развивается [10].

Серебро также является достаточно сильным иммуномодулятором. Его воздействие способствует повышению количества иммуноглобулинов классов А, М, G [5].

В организме человека содержится около 2 мг серебра [9].

Примерно 80 мкг – такова суточная норма серебра. Впрочем, точных данных об этом нет. Есть сведения, что самое большое количество серебра содержится в почках, костях, клетках крови, печени, в мозге. Причём, из поступающего в организм серебра усваивается около 5% [10].

Возможна резорбция серебра через кожу и слизистые оболочки. Выводится серебро из организма преимущественно через кишечник. Серебро образует комплексы с белками плазмы крови (глобулинами, альбумином, фибриногеном, гемоглобином и др.), блокирует сульфгидрильные группы (HS-) ферментов, тормозя их активность, подавляет тканевое дыхание. Под влиянием серебра миозин – основной белок мышечной ткани человека – теряет способность расщеплять АТФ. Предполагается, что серебро играет важную роль в обеспечении процессов, связанных с высшей нервной деятельностью и функциями периферической нервной системы человека. Под влиянием серебра в два раза усиливается интенсивность окислительного фосфорилирования в митохондриях головного мозга, а также увеличивается содержание нуклеиновых кислот, что улучшает функцию головного мозга [3].

Отмечено также стимулирующее действие серебра на кроветворные органы, проявляющееся в исчезновении молодых форм нейтрофилов, увеличении количества лимфоцитов и моноцитов, эритроцитов и гемоглобина, замедлении СОЭ [3].

Длительное употребление человеком питьевой воды, содержащей 50 мкг/л серебра (уровень ПДК), не вызывает отклонений от нормы функции органов пищеварения. Не было обнаружено в сыворотке крови изменений активности ферментов, характеризующих функцию печени. Не выявлено также патологических сдвигов в состоянии других органов и систем человека и при употреблении в течении 15 суток воды, обработанной серебром в дозе 100 мкг/л, то есть в концентрациях, в два раза превышающих допустимые [3]. При длительном контакте с серебром в производственных ус-

ловиях серебро может накапливаться в печени, почках, коже и слизистых оболочках.

Серебро – антагонист меди (вызывает угнетение Cu–зависимых ферментов).

Пищевые источники серебра [4, 12, 13]:

арбузы, тыква, огурцы, укроп, клюква, орехи кедровые, белые грибы, опята, лосось, сардины, креветки, пшеница мягкого сорта и мука 1 сорта полученная из нее же, фрукты, мясо.

Таблица 46. Содержание серебра в продуктах питания [1, 2, 6-8, 14]

Продукт	Содержание серебра мкг/100 г продукта
Белые грибы	20,0
Огурцы	6,0
Орех кедровый	5,0
Опята	4,0
Укроп	2,6
Арбуз	0,5

Признаки недостаточности серебра [12]

Причины и основные проявления дефицита серебра в организме изучены недостаточно. Есть данные, что при снижении концентрации серебра в организме наблюдается:

- ухудшение самочувствия,
- появляются головные боли,
- быстрая утомляемость,
- снижение иммунитета,
- нарушается работа сердечно–сосудистой системы,
- расширяются вены и артерии,
- повышается концентрация холестерина в крови.

Основные проявления избытка серебра [12]:

- признаки поражения центральной нервной системы;
- нарушения зрения в результате отложения серебра в сетчатке глаза;
- снижение артериального давления;
- бурый или сероватый оттенок кожи и слизистых оболочек (аргироз);
- боли в правом подреберье, увеличение печени;
- гастриты, тошнота, рвота, диарея.

Ионы серебра замещают ионы микроэлементов в ферментах, например ион кобальта, ответственные за метаболизм и размножение. Это приводит к нарушению функции клетки и к ее гибели.

Вместе с тем, длительное применение больших доз серебра – концентрацией раствора 30–50 мг/л в течение 7-8 лет с лечебной целью, а также при работе с соединениями серебра в производственных условиях, приводит к аргирии («цвет загара»), не вызывало изменений в функциональном состоянии органов и систем, а также в биохимических процессах, происходящих в организме, более того у всех людей с признаками аргирии наблюдалась резистентность к большинству вирусных и бактериальных инфекций. Большое влияние на развитие аргирии оказывает индивидуальная предрасположенность организма к серебру, качественные и количественные показатели иммунитета и другие факторы. Косвенным доказательством этого может служить факт, что дозы, которые могут приводить к аргирии, различны. В литературе имеются указания на то, что у некоторых людей даже при приеме больших доз серебра аргирия не возникает [3]. По данным ВОЗ, безвредной для человека является суммарная накопленная доза, которую человек может получить за всю жизнь (около 70 лет), равная 10 г серебра, разовая токсичная доза – 60 мг, летальная – 1,3–6,2 г.

Применение в медицине коллоидного серебра (серебряной воды) [3] ***Заболевания лор органов:***

- гриппе;
- ОРВИ (ринитах, фарингитах инфекционной природы);
- состоянии после тонзиллэктомии;
- ангине.

Любые воспалительные заболевания полости рта:

- парадонтозе;
- гингивитах;
- стоматитах.

Бронхолегочные заболевания:

- бронхитах (острых и хронических), особенно сопровождающихся выделением гнойной мокроты;
- пневмонии;
- бронхоэктатической болезни;
- муковисцидозе.

Заболевания желудочно-кишечного тракта:

- хроническом гастрите;
- язвенной болезни желудка и 12типерстной кишки;
- хроническом колите;
- бескаменном холецистите.

Наружное применение серебра (серебряной воды):

- гнойных ранах;
- гнойничковых заболеваниях кожи;
- ожогах;
- дерматозах;
- экземе;
- вульвагинитах;
- геморрое.

Наружное применение серебра (серебряной воды):

- дезинфекция воды для купания детей;
- дерматозы;
- детская экзема;
- ожоги.

Литература

1. Арбуз. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/frukty-i-yagody/arbuz>
2. Белые грибы. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/gryby/belyje-gryby>
3. Влияние серебра на организм человека. <http://bot52.ru/serebro.htm>
4. Гусев А. Серебро. <http://eat4fit.ru/mineraly/39-serebro>
5. Микроэлемент серебро. Источники, избыток и недостаток серебра в организме. <http://www.monopolik.ru/food/serebro.html>
6. Огурец. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/ovoshchy/ogurets>
7. Опята. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/gryby/opyata>
8. Орех кедровый. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/orekh-kedrovij>
9. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5
10. Серебро. <http://vkusnoblog.net/sostav/serebro>
11. Серебро. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=47>

12. Серебро (= Аргентум) (Ag). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/serebro-protiv-650-vidov-bakteriy>.
13. Серебро (Ag). <http://ktoikak.com/serebro-ag>.
14. Укроп. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zelen/ukrop>.

1.3.27. Ниобий

Ниобий (Niobium, обозначается символом Nb) – элемент с атомным номером 41 и атомной массой 92,9064. Ниобий является элементом побочной подгруппы пятой группы, пятого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Этот элемент в свободном состоянии – металл серо-стального цвета, твердый (однако не хрупкий), хорошо поддающийся механической обработке и весьма стойкий во многих агрессивных средах. Плотность ниобия $8,57 \text{ г/см}^3$. Природный ниобий состоит всего из одного стабильного изотопа ^{93}Nb [2].

Содержание в природе. Среднее массовое содержание в земной коре $2 \cdot 10^{-3} \%$. В щелочных изверженных породах содержание ниобия повышено до 10^{-2} – $10^{-1} \%$. В морской воде массовое содержание ниобия $10^{-9} \%$ [3].

В 1801 году английский химик Чарльз Хатчет (Charles Hatchett; 1765–1847) выделил окисел неизвестного прежде элемента, который назвал «колумбием», а минерал «колумбитом». Год спустя шведский химик Андерс Густав Экеберг (швед. Anders Gustaf Ekeberg; 1767–1813) выделил из того же минерала окисел еще одного нового элемента, названного танталом. По этой причине долгие годы считалось, что колумбий и тантал – идентичные металлы, ведь находятся они в одном минерале. Лишь в 1844 году немецкий химик Генрих Розе (нем. Heinrich Rose; 1795–1864), исследуя колумбит, обнаружил в нем окислы двух металлов, сходных по свойствам, однако являющихся самостоятельными элементами. Один из них был известный уже тантал, а другой Розе назвал ниобием (по имени Ниобы, дочери мифологического мученика Тантала).

Ниобий – один из основных компонентов многих жаропрочных и коррозионностойких сплавов. Особенно большое значение имеют жаропрочные сплавы ниобия, которые применяют в производстве газовых турбин, реактивных двигателей, ракет. Сорок первый элемент вводят также в некоторые марки нержавеющей стали – он резко улучшает их механические свойства и сопротивляемость коррозии. Так стали, содержащие от одного до четырех процентов ниобия, отличаются высокой жаропрочностью и используются в качестве материала для производства котлов высокого давления. Кроме того, сталь с добавкой ниобия – превосходный материал для электросварки стальных конструкций: ее применение обеспечивает

необычайную прочность сварных швов. Карбиды ниобия отличаются исключительной твердостью и чаще всего применяются в металлообрабатывающей промышленности для изготовления режущего инструмента [2].

Биологическая роль ниобия [3, 4]

К сожалению, биологическая роль данного элемента изучена весьма слабо. В организме человека около 1,5 мг ниобия. Суточная потребность: 0,02-0,5 мг.

В кишечнике всасывается примерно 1 % ниобия, а при непосредственном введении в легкие ниобий задерживается в них на длительное время. Распределение по органам неравномерное с преимущественным депонированием в костях. Выделяется через кишечник и почки.

Ниобий гипоаллергенен, то есть его можно безопасно использовать для введения в тело, так как он не будет вызывать биологического отторжения организмом. Это ценное свойство использует медицина – ниобиевые нити не вызывают раздражения живой ткани и хорошо срачиваются с ней. Восстановительная хирургия успешно использует такие нити для сшивания порванных сухожилий, кровеносных сосудов и даже нервов. Не только медицина использует данное качество ниобия – в последнее время на ниобий большой спрос как на материал для подкожного бодипирсинга.

Несмотря на все положительные аспекты биологического влияния ниобия на организм, некоторые соединения его ядовиты. Профессиональных отравлений ниобием не зафиксировано. Однако относительно высокая заболеваемость верхних дыхательных путей у рабочих, использующих комплексные соединения ниобия, вероятнее всего связана с воздействием выделяющегося HF и фторониобатов.

Симптомы отравления соединениями ниобия [1]:

- судороги;
- резкие боли в животе (особенно в области печени);
- мышечная слабость;
- боли в сердце;
- дефицит цинка.

Анализ мочи на ниобий регулярно назначают тем людям, которые работают в следующих сферах:

- переработка металла;
- аэрокосмическая и станкостроительная промышленность;
- производство плат для телефонов;
- переработка нефти;
- добыча руды.

Литература

1. Анализ мочи: ниобий. https://www.analizy-sochi.ru/analizy/analiz_mochi/niobij.html.
2. Ниобий. http://www.i-think.ru/wikimet/?type=metall§ion_id=297.
3. Ниобий и его соединения. <http://toxi.dyndns.org/base/nonorganic/Niobium.htm>.
4. ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА. Справочные материалы. Под общей редакцией Л.В. Морозовой. Архангельск. Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова 2001. <http://narfu.ru/university/library/books/0709.pdf>.

1.3.28. Цирконий

Цирконий (лат. Zirconium), Zr, химический элемент IV группы периодической системы Менделеева; атомный номер 40, атомная масса 91,22; серебристо-белый металл с характерным блеском. Из искусственных радиоактивных изотопов важнейший ^{95}Zr ($T_{1/2} = 65$ сут); используется в качестве изотопного индикатора. В 1789 году немецкий химик Мартин Генрих Клапрот (нем. Martin Heinrich Klaproth; 1743–1817) в результате анализа минерала циркона выделил оксид Циркония. Порошкообразный Цирконий впервые получил в 1824 году Йёнс Якоб Берцелиус (швед. Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848), а пластичный – в 1925 году получили нидерландские ученые Антон ван Аркел (Anton Eduard van Arkel; 1893–1976) и Ян Хенрик де Бур (Jan. Henrik de Boer; 1899–1971) при термической диссоциации иодидов Циркония [6, 7].

Цирконий не такой уж редкий химический элемент, и его соединения в земной коре встречаются довольно часто, хотя точная массовая доля пока не установлена. По различным оценкам она составляет 170–250 г на тонну. Концентрация циркония в морской воде порядка $5 \cdot 10^{-5}$ мг/л.

Самые крупные месторождения минералов циркония обнаружены в США, Бразилии, Индии и Австралии. Что касается России, то на ее долю приходится около 10% известных запасов циркония. Месторождения циркония разрабатываются в Мурманской, Томской, Тамбовской, Нижегородской и Читинской областях.

Цирконий – удивительно стойкий металл. С соляной кислотой он вообще никак не реагирует, а с серной только при концентрации последней свыше 50% и при температуре свыше $+100^\circ\text{C}$. Щелочам он также не «по зубам», и цирконий – единственный в природе металл, который не взаимодействует даже со щелочами, содержащими аммиак. Азотная кислота и царская водка начинают растворять его только при температуре свыше

+100°C. В такой адской смеси золото давно бы уже растворилось, а цирконий едва взаимодействует с ней.

Мелкодисперсный цирконий обладает высокой взрыво- и пожароопасностью из-за того, что самовоспламеняется на воздухе. При нагревании до температуры 250°C цирконий начинает гореть на воздухе, при этом выделяется колоссальное количество тепла и света. При горении развивается температура 4650°C, при этом практически нет никакого дыма. Это свойство циркония используется для создания пиротехнических изделий.

Соединения циркония также востребованы людьми. Так, минерал циркон отличается высокой твердостью и сильным алмазным блеском, поэтому может служить заменителем бриллиантов в украшениях, который не сразу отличишь от этого самого дорогого камня. Он может иметь золотистый, зеленый, серый, коричневый оттенки или быть бесцветным. Однако сфера применения циркона в ювелирном деле быстро сокращается, поскольку на смену ему приходит намного более дешевый и универсальный фианит – синтетический диоксид циркония, который впервые был получен в Физическом институте Академии наук СССР (ФИАН), от названия которого и появилось соответствующее слово – «фианит». Фианит в процессе синтеза имеет гораздо более предсказуемые свойства (размер, цвет, твердость), за что пользуется большим спросом.

Биологическая роль циркония в организме [1]

Содержание циркония в организме взрослого человека находится в пределах 1 мг [5]. Основная часть элемента расположена в жировой ткани (67%), остальная распределена в тканях печени, мозга, сосудов, почек, костной системы. Ежедневно с водой и продуктами питания поступает примерно 1 мг соединений металла, которые в кишечнике преобразуются в оксид циркония и всасываются. Однако, всасывание окисла составляет 0,01-0,2% от общей массы, для легких значение показателя равно 25. Выводится цирконий из организма главным образом с желчью, в меньшей степени – с мочой.

Считается, что цирконий оказывает благотворное влияние на здоровье, хотя не играет важной биологической роли в организме, но для жизнедеятельности человека все-таки важен и полезен [8].

Он нашел применение в медицине благодаря своим физическим и химическим свойствам [3]:

- стимулирует скорое заживление ран, препятствуя проникновению инфекций и образованию гноя, т.е. оказывает противомикробное действие;
- используется в качестве материала для инструментов, поскольку он абсолютно нейтрален к действию щелочей, кислот, воды, аммиака;

- облегчает симптомы аллергии, сам при этом аллергеном не является;
- оказывает антисептическое действие;
- не проводит радиационное излучение.

Тем не менее, недостаток циркония никак не отразится на вашем самочувствии. Поэтому можно совершенно не волноваться о нехватке полезного вещества и о получении суточной нормы циркония на ежедневной основе. Химическая стойкость элемента (биологическая инертность) просто не позволяет цирконию каким-либо образом оказать негативное влияние на живые организмы или растения. Однако установлена суточная доза циркония для организма здорового взрослого человека, которая находится в пределах 300 – 800 мкг.

Недостаток циркония

Исследователи до настоящего момента продолжают работу по изучению влияния недостатка циркония и химического элемента в целом на организм человека. В составе внутренних органов, тканей или крови человека, а так же животных, циркония не обнаружено. Красочная реклама циркониевых браслетов утверждала, что это ювелирное изделие поможет снизить артериальное давление и избежать некоторых проблем со здоровьем. К сожалению, данная информация не соответствует действительности.

Цирконий, как металл обладает противоаллергическими свойствами, а так же способствует быстрому заживлению открытых ран. Цирконий сыграл свою роль в укреплении здоровья людей, правда, косвенную. Поскольку он биологически инертен, из него создают высококачественные хирургические инструменты, импланты и протезы (зубные, костные, суставные), хирургическую проволоку. Россия – первая в мире страна, которая стала использовать цирконий в медицинских целях – изготовила из этого металла импланты. Однако в силу высокой стоимости получения и, соответственно, дороговизны циркония на мировом рынке, пока первые позиции среди материалов для имплантов и протезов прочно удерживает титан и его сплавы.

Продукты, содержащие Цирконий

Продукты, с которыми мы можем получить цирконий, могут быть как животного, так и растительного происхождения. Это баранина, бобовые, красный жгучий перец, рис, пшеница и овес, мускатный орех, фисташки [4].

Таблица 47. Содержание циркония в продуктах питания [2]

Продукт	Цирконий мкг в 100 г
Зерна овса	61.4 мкг
Зерна ячменя	38.7 мкг
Хлопья пшеничные	25 мкг
Пшеничная крупа	25 мкг
Макароны рожки	25 мкг
Ржаные сухарики	25 мкг
Сухарики	25 мкг
Саго	25 мкг
Сдоба	25 мкг
Бублики (сушки)	25 мкг
Фисташки	25 мкг
Мускатный орех	25 мкг
Горох	11.2 мкг

Избыток циркония в организме человека [7]

Причинами избытка циркония в организме могут быть:

- работа на вредном производстве в литейной, машиностроительной и атомной промышленности;
- использование циркониевых браслетов;
- использование дезодорантов с цирконием (в нашей стране выпуск прекращен) и работа на производстве по их изготовлению.

Повышенное накопление циркония в организме человека сопровождается :

- сердечными и головными болями;
- понижением гемоглобина;
- эритропенией;
- легочными гранулемами, пневмофиброзом;
- хроническими заболеваниями верхних дыхательных путей;
- при контакте с кожей соединения циркония могут вызывать аллергическую реакцию [1].

Стойкая интоксикация всего организма проявляется, если на циркониевом производстве работать десятки лет. При этом абсолютно безопасна посуда с цирконием – она практически вечно сохраняет гигиенические свойства и характеризуется высоким качеством. Если в организме избыток циркония, тогда, как правило, назначается симптоматическое лечение –

элемент выводят из организма комплексообразователями – это соединения, способные проникать внутрь клеток, чтобы очистить их от разных радиоактивных веществ [5].

Литература

1. Анализ крови: цирконий. http://www.analizy-sochi.ru/analizy/analiz_krovi_cirkonij.html.
2. В каких продуктах содержится Цирконий. <http://findfood.ru/component/cirkinij/product>.
3. Продукты содержащие цирконий. <http://xcook.info/makrojelementy/cirkonij.html>.
4. Цирконий. <http://eat4fit.ru/mineraly/28-tsirkonij>.
5. Цирконий. <http://vkusnoblog.net/sostav/cirkoniy>.
6. Цирконий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=40>.
7. Цирконий в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1650-tsirkonij-v-organizme-cheloveka.html>.
8. Цирконий. Суточная норма. Недостаток циркония. <http://findfood.ru/component/cirkinij>.

1.4. Ультра микроэлементы

1.4.1. Лантан

Лантан — химический элемент побочной подгруппы третьей группы шестого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 57, атомная масса – 138,9. Обозначается символом **La** (Lanthanum). Является блестящим металлом серебристо-белого цвета, относится к редкоземельным элементам [2].

Лантан как химический элемент не удавалось открыть на протяжении 36 лет. В 1803 г. 24-летний шведский химик Йёнс Якоб Берцелиус (швед. Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848) исследовал минерал, известный теперь под названием церита. В этом минерале была обнаружена иттриевая земля и ещё одна редкая земля, очень похожая на иттриевую. Её назвали цериевой. В 1826 г. Карл Густав Мосандер (швед. Carl Gustaf Mosander; 1797–1858) исследовал цериевую землю и заключил, что она неоднородна, что в ней, помимо церия, содержится ещё один новый элемент. Доказать сложность цериевой земли Мосандеру удалось лишь в 1839 г. Он сумел выделить новый элемент, когда в его распоряжении оказалось большее количество церита. Новый элемент, обнаруженный в церите и мозандерите, по предложению Берцелиуса назвали лантаном. Оно было дано в честь истории его открытия и происходит от древне-греческого λανθάνω – «скрываюсь», «таюсь» [2].

Лантан относится к наиболее распространенным редкоземельным элементам. Содержание лантана в земной коре порядка $2,9 \cdot 10^{-3}\%$ по массе, в морской воде — около $2,9 \cdot 10^{-6}$ мг/л.

Лантан является легирующей добавкой к алюминиевым, магниевым, никелевым, кобальтовым сплавам, компонент миш-металла, применяемого для улучшения свойств коррозионностойкой, быстрорежущей и жаропрочной стали. Интерметаллид LaNi_5 — перспективный аккумулятор. Оксисульфид и алюминат — компоненты люминофоров. Оксид лантана используют для получения оптического стекла [1].

Биологическая роль лантана [2]

В 30-х годах советский ученый Антон Андреевич Дробков проводил исследование, связанное с влиянием редкоземельных металлов на культурные растения. Он проводил опыты с горохом, репой и другими растениями, вводил редкоземельные металлы вместе с бором, марганцем или без них. Результаты опытов показывали, что редкоземельные элементы, в том числе лантан, необходимы для нормального развития растений.

Ионы лантана способны увеличивать амплитуду ГАМК-активированных сигналов на пирамидальных нейронах гена CA1 (англ.), отмеченных в гиппокампе головного мозга. Получение этих данных позволило сравнить чувствительность рецепторов ГАМКА пирамидальных нейронов с аналогичными рецепторами других клеток по восприимчивости к ГАМК и ионам лантана.

Лантан относится к умеренно-токсичным веществам. Металлическая пыль лантана, а также мелкие частицы его соединений могут раздражать верхние дыхательные пути при попадании их внутрь, а также вызвать пневмокозиоз.

В медицине карбонат лантана используется при гиперфосфатемии как препарат, препятствующий всасыванию фосфатов из пищи [3].

В организме человека содержится около 800 мг лантана [4].

Его роль для организма человека недостаточно изучена.

Литература

1. Бердонос С.С., Бердонос П.С. Лантан. <http://megabook.ru/article/%D0%9B%D0%B0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BD>.
2. Лантан. <http://www.turkaramamotoru.com/ru/-179.html>.
3. Лантан это: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/8741>.
4. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0

B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.4.2. Теллур

Теллур (лат. Tellurium), Te, химический элемент VI группы главной подгруппы периодической системы Менделеева; атомный номер 52, атомная масса 127,60, относится к редким рассеянными элементам [3].

Из искусственно полученных радиоактивных изотопов широкое применение в качестве меченых атомов имеют ^{127}Te [4].

Теллур открыт в 1782 Францем Йозефом Мюллером фон Рейхенштейн (Franz-Joseph Müller von Reichenstein; 1740 or 1742–1825 or 1826). Немецкий учёный Мартин Генрих Клапрот (нем. Martin Heinrich Klaproth; 1743–1817) подтвердил это открытие и дал элементу название «теллур» (от лат. tellus, род. падеж telluris – Земля). Первые систематические исследования химии теллура выполнены в 30-х гг. 19 в. Йёнсом Якобом Берцелиусом (швед. Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848).

В земной коре Теллур содержится в количестве около $1 \cdot 10^{-7}$ %, в сланцах $1 \cdot 10^{-6}$ %. Известны гидротермальные месторождения золота и цветных металлов, обогащенные теллуrom. Существует около 40 минералов Te, представляющих собой его природные соединения с тяжелыми металлами (висмутом, золотом, серебром, медью, сурьмой, платиной и др.) [5].

Главная форма нахождения теллура. в морской воде – ион HTeO_3^- . Среднее содержание Теллура в поверхностных речных водах мира составляет 0,4 мкг/л, в водах московских водохранилищ (бассейн Верхней Волги) 0,24 мкг/л, в водах р. Москвы 0,60, р. Вазузы 0,65, р. Волги 0,4 мкг/л. В московском бассейне поступление теллура с атмосферными осадками составляет 1,26 т/год, вынос с речным стоком – 0,68 т (следовательно, происходит накопление микроэлемента в ландшафте).

В растениях, произрастающих на богатых теллуrom почвах, концентрация его достигает $2 \cdot 10^{-4}$ – $2,5 \cdot 10^{-5}$ %, в организмах наземных животных – около $2 \cdot 10^{-6}$ %.

Теллур и его соединения – компоненты в сплавах свинца, чугуна и стали; используются в полупроводниковой технике, в качестве полупроводниковых лазерных материалов, в термогенераторах и других электрических приборах, в солнечных батареях, для отбеливания чугуна, вулканизации латексных смесей, производства коричневых и красных стекол и

эмалей и др. По приближенным оценкам около 79 % теллура используется в металлургической, 18 % – в химической, стекольной, резиновой промышленности, производстве пластмасс, 3 % – в электрической и электронной промышленности.

Основными источниками поступления Теллура в атмосферу являются металлургическая промышленность и производственные процессы, в которых энергетика основана на сжигании угля.

Биологическая роль теллура [3, 5]

Основное количество теллура поступает в организм с пищей и составляет в сутки около 100 мкг; содержание Теллура в пищевых продуктах колеблется от 10 до 50 мкг/кг. Основной путь поступления Теллура в организм в промышленных условиях – ингаляция паров, аэрозолей и газообразных соединений; возможна также резорбция через кожу, но значение такого рода поступления невелико.

Среднее содержание теллура у человека с массой тела 70 кг составляет около 700 мкг [6].

Абсорбция теллура из рациона у человека составляет 10–50 %. При интоксикации теллуrom и его соединениями в случае кратковременного воздействия микроэлемент аккумулируется в почках (корковый слой), печени и легких, при хроническом отравлении – в скелете. В крови 90 % Теллура связывается с белком эритроцитов. Все соединения Теллура подвергаются в организме восстановлению до элементарного теллура. Наиболее выраженной восстановительной способностью обладает ткань почек. Восстановленный теллур частично метилируется с образованием диметилтеллурида в печени.

Для человека биологическая полужизнь теллура составляет около 3 недель; Теллур экскретируется с фекалиями и мочой, небольшие количества выделяются с выдыхаемым воздухом (0,1 %). Есть указания на то, что выделение Теллура с мочой продолжалось у рабочих, вдыхавших пары теллура и его оксидов, даже после длительного перерыва в работе.

Гигиенические нормативы. В воздухе рабочей зоны для теллура ПДК_{р.з} = 0,01 мг/м³, аэрозоль, 1 класс опасности. В воде водоемов для теллура и его неорганических соединений с учетом валового содержания всех форм ПДК_в = 0,01 мг/дм³, лимитирующий признак вредности – санитарно-токсикологический, 2 класс опасности.

Теллур оказывает на организм действие сходное с эффектами мышьяка, селена [2, 5]:

- является преимущественно тиоловым ядом,
- обладает раздражающим эффектом;
- нарушение кроветворения;
- поражение желудочно-кишечного тракта;

- нарушение функции почек;
- поражение органов дыхания;
- нарушения обмена веществ;
- проникает через гематоэнцефалический и плацентарный барьеры,
- обладает эмбриотоксическим эффектом;
- высокие дозы теллура, принятые внутрь, приводят к интенсивному образованию липофусцина в мозге;
- в основе токсического действия кислородных соединений теллура лежит восстановление их до элементарного теллура, который ингибирует ряд ферментных систем (дегидразу и оксидазу мышц, каталазу) и вызывает снижение уровня SH-групп в крови;
- тормозит рост;
- нарушает деятельность нервной системы;
- ухудшает рост волосяного покрова;
- оказывает повреждающее действие на течение окислительных процессов в митохондриях млекопитающих: специфическое ингибирование окисления НАД зависимых субстратов в интактных митохондриях печени и почек – пирувата, α -кетоглутарата, глутамата, но не сукцината, α -глицерофосфата, аскорбата;
- пары теллура и теллуридоводород вызывают раздражение дыхательных путей.

Данных о влиянии на организм недостатка Теллура не имеется.

Острое отравление

Основные симптомы острого ингаляционного отравления аэрозолем и парами Теллура:

- кашель, вызываемый раздражением слизистых оболочек верхних дыхательных путей;
- дрожь в верхних и нижних конечностях;
- металлический вкус во рту;
- бледность кожных покровов;
- вялость;
- слабость;
- сонливость;
- тахикардия;
- потеря аппетита;
- тошнота;
- рвота;
- головокружение;
- темная окраска языка;
- ингибция потоотделения;

- озноб;
- причиняющий беспокойство запах чеснока из полости рта;
- ощущение давления за грудиной;
- выраженная вегето-сосудистая реакция;
- усиленный дермографизм;
- изменения ЭКГ.

Чесночный запах в выдыхаемом воздухе появляется при попадании в организм совсем незначительных количеств элемента, не вызывающих явных симптомов отравления (пороговая концентрация – 3,0 мкг/м³). Это объясняется образованием в печени малотоксичных алкилтеллуридов ($(\text{CH}_3)_2\text{Te}$, $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Te}$ и др., выделяющихся всеми экскреторными путями..

В тяжелых случаях:

- тремор,
- судороги,
- боли в области поясницы (почечные),
- гематурия,
- подъем температуры,
- явления цистита (императивные позывы, частое и болезненное мочеиспускание),
- цианоз,
- нарастание легочной недостаточности,
- потеря сознания.

Может развиваться коматозное состояние и наступить смерть. На вскрытии – слизистая верхних дыхательных путей темно-зеленая, слизистая желудочно-кишечного тракта – черная. Подкожная жировая клетчатка окрашена в желтоватый цвет. Внутренние органы полнокровны, издают отчетливый чесночный запах. Гистологически – отек и дистрофические изменения в печени, явления воспаления в слизистой мочевыводящих путей.

Известны два случая не смертельного отравления парами Теллура. Симптомы включали общую слабость, кашель, озноб, амнезию, бледность кожи и черно-серое окрашивание слизистой языка и носоглотки. Температура и частота пульса были повышены, отмечены умеренная лейкопения, нейтрофилия и лейкоцитоз, дыхание имело запах чеснока. На ЭКГ – транзиторные диффузные изменения электрической активности миокарда. При легкой степени интоксикации температура быстро падает, в течение 1–2 суток состояние пострадавших нормализуется, несколько дней сохраняется чесночный запах выдыхаемого воздуха и темная окраска языка. В более тяжелых случаях остаточные явления могут наблюдаться в течение нескольких месяцев (нормализация ЭКГ и др.).

При вдыхании теллуридов, который считается гемолитическим ядом, обладающим более высокой токсичностью, чем другие соединения

теллура, уже через несколько минут наступают головная боль, тошнота, головокружение, общая слабость. Высокие концентрации теллуристого газа приводят к нарушению дыхания, кровообращения.

Известен случай с двумя химиками, которые случайно подверглись ингаляционному воздействию фторида Теллура при выходе 50 г газа из цилиндра в лаборатории. Пострадавшие были доставлены в госпиталь на 2 и 3 дня. Помимо острого запаха чеснока при дыхании симптомы включали утомляемость и сонливость, особенно после полудня. У одного было синевато-черное окрашивание под кожей в области кистей и, в несколько меньшей степени, на лице и шее в виде полос; эти внутрикожные отложения теллура держались несколько недель.

Описаны три случайных отравления теллуристым газом при введении вместо иодида натрия растворов тетрагидроортотеллурида натрия при ретроградной пиелографии. В двух случаях доза составляла около 2 г (≈ 30 мг/кг). Двое больных умерли через 6 ч, перед смертью наблюдалась рвота, боли в почках, ступор, потеря сознания, нерегулярное дыхание, цианоз. Аутопсия обнаружила отложения черного Теллура в слизистой мочевого пузыря и уретры, кровоизлияния в легких, печени, селезенке и почках, жировые изменения в печени. Все ткани издавали сильный запах чеснока.

Хроническое отравление теллуристым газом

Хроническое отравление у рабочих металлургического производства возникало после работы в течение 2 лет в атмосфере, содержащей теллуристый газ в концентрациях 0,01–0,1 мг/м³:

- в моче всех обследованных обнаружен Теллуристый газ;
- чесночный запах выдыхаемого воздуха и пота,
- сухость и металлический вкус во рту,
- сонливость,
- отсутствие аппетита,
- спорадическая тошнота,
- бронхиты,
- пневмонии,
- пневмосклероз.

Сонливость и металлический вкус во рту отмечались лишь тогда, когда содержание теллуристого газа в моче составляло не менее 0,01 мг/л; был установлен кожно-резорбтивный эффект Теллуристого газа. При отсутствии Теллуристого газа в моче не ощущался характерный запах в выдыхаемом воздухе, изменения в состоянии здоровья не возникали. Наблюдались также бронхиты, пневмонии, пневмосклероз. При хроническом ингаляционном воздействии на рабочих аэрозоля Теллуристого газа в концентрациях 0,01–0,1 мг/м³ люди жаловались на чесночный запах дыхания и пота, сухость в горле и металлический вкус во

рту, сонливость, анорексию, временами насморк. Концентрация Теллура в моче составляла 0–0,06 мг/л.

Из 13 работающих около вентиляционных отдушин печей при обработке шлама электролитической очистки свинца, где теллур присутствовал в виде теллуристого водорода и пыли оксида теллура у семерых чеснокный запах при дыхании, в поте и моче, сухость и металлический вкус во рту; у пяти угнетена функция потоотделения, у троих из них сухая и зудящая кожа, анорексия, тошнота и рвота, депрессия и сонливость, которые рассматриваются как симптомы умеренного отравления Теллуrom.

Пыль теллура и дителлуридов молибдена $MoTe_2$ и вольфрама WTe_2 вызывает усиление коллагенообразования, нарушения со стороны нуклеинового и белкового обменов в результате блокирования SH-групп белковых молекул. Вследствие денатурации белков происходит окисление не только свободных SH-групп, но и находящихся в связанном состоянии. В результате возникают резко выраженные патологические изменения в легочной ткани, токсические поражения миокарда, печени, почек, надпочечников. Об усиленной реакции органов ретикуло-эндотелиальной системы свидетельствует развивающаяся гиперплазия фолликулов селезенки, резкая пролиферация купферовских клеток печени. Из сопоставления обнаруженных изменений и процессов, наблюдавшихся при действии селена и селенидов, молибдена и вольфрама, следует вывод, что теллуриды токсичнее селенидов.

Меры профилактики

В связи с тем, что теллур извлекается из медно-никелевых, сульфидных, полиметаллических руд, из отходов и побочных продуктов свинцового производства, профилактические мероприятия должны быть направлены на оздоровление условий труда на конкретных предприятиях. Основное мероприятие – это правильное планировочное решение (изоляция производства Т.). На технологических этапах, где используются различные сырьевые материалы, необходимо строгое соблюдение технологических регламентов и постоянного контроля состояния воздушной среды с помощью автоматических сигнализаторов. Оборудование, являющееся источником пыли и газовой выделений, должно быть герметичным и иметь встроенную местную вытяжную вентиляцию. Непосредственный контакт работающих с теллуrom в связи с возможностью проникновения его через неповрежденную кожу, следует максимально уменьшить.

Индивидуальная защита работающих от воздействия Теллура и его соединений должна определяться в зависимости от организации технологического процесса на конкретных производствах. При наличии в воздушной среде теллура и его соединений в концентрациях, превышающих ПДК,

необходимо применять противопылевые респираторы или фильтрующие противогазы с целью защиты органов дыхания. Защита кожных покровов работающих должна быть обеспечена спецодеждой и правильным ее использованием (своевременная стирка, изолированное хранение рабочей одежды от домашней и т. д.). Существенным способом защиты рабочих является соблюдение мер личной гигиены: обязательное принятие душа после работы; мытье рук перед приемом пищи; запрещение хранения личных вещей, продуктов питания и курения на рабочих местах.

В технологических процессах, где приходится работать с Теллуrom, необходимо самым тщательным образом соблюдать правила гигиены. Не следует допускать измельчения теллура вручную. Этот процесс по возможности нужно осуществлять механически в условиях эффективной вентиляции. Работы с теллуrom желательно проводить по графику сменности с периодом продолжительностью 14 дней. Этот период может быть удлинён или укорочен в зависимости от количества теллура в выдыхаемом воздухе, определяемого по интенсивности запаха чеснока, который появляется в процессе работы при попадании теллура в легкие.

Медицинская профилактика

Проведение предварительных (при приеме на работу) и периодических медицинских осмотров. При отборе контингентов рабочих следует исключить страдающих хроническими заболеваниями печени, ЖКТ, нервной системы, почек со склонностью к гипохромной анемии, авитаминозам. Необходимо выявлять лиц с неприятным запахом изо рта, являющимся следствием расширения бронхов или испорченных зубов. Им необходимо запретить работать с теллуrom.

При периодических медицинских обследованиях необходимо спрашивать рабочих, нет ли у них металлического привкуса во рту. Проводить анализ на содержание теллура в моче и переводить тех рабочих, у кого содержание теллура в моче превышает 0,05 мг/л, на другую работу.

Неотложная помощь при отравлении теллуrom [1, 5]

После приема внутрь – сульфат натрия и активный уголь (по 1 столовой ложке на 0,25 л воды) после промывания желудка или искусственно вызванной рвоты. При отравлении в результате ингаляционного воздействия – срочно ввести унитиол, глюкозу с аскорбиновой кислотой, дыхание увлажненным кислородом.

Литература

1. Отравление теллуrom. <http://www.f-med.ru/toksikologia/tellur.php>.
2. Теллур. <http://chemister.ru/Database/properties.php?dbid=1&id=262>.
3. Теллур. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=52>.

4. ТЕЛЛУР. <http://www.bezmani.ru/spravka/bse/base/5/002234.htm>.
5. Теллур и его соединения. <http://toxi.dyndns.org/base/nonorganic/Tellurium.htm>.
6. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.4.3. Галлий [2]

Галлий (лат. Gallium), Ga, химический элемент III группы периодической системы Д. И. Менделеева, порядковый номер 31, атомная масса 69,72. Его открыл в 1875 году французский ученый Поль Эмиль Лекок де Буабодран (фр. Paul Emile Lecoq de Boisbaudran; 1838–1912). Д. И. Менделеев назвал этот элемент эка-алюминием. Однако Поль Эмиль Лекок де Буабодран назвал его в честь своей родины Франции, по её латинскому названию – Галлия (Gallia). Примечательно так же, что символ Франции – петух (по-французски – le coq), так что в названии элемента его первооткрыватель неявно увековечил и свою фамилию. Кроме того на латыни «петух» – gallus.

Галлий это мягкий, плавкий металл серебристо-белого цвета. Галлий устойчив к воздействию воды и воздуха и растворим в кислотах и щелочах. В природе встречается вместе с алюминием [2].

Среднее содержание галлия в земной коре 19 г/т [4]. В главных типах пород галлий распределен относительно однородно. В магматических породах содержание металла 5–25 мг/кг, в ультраосновных и известковых около 3 мг/кг [5].

Галлий – металл, который плавится в руке. Вещество имеет температуру плавления 29,76 °С. Если поместить его в теплую ладонь, оно постепенно начинает переходить из твердого состояния в жидкую форму [6].

Галлий используется при производстве светодиодов, полупроводников, легировании металлов. Одним из наиболее распространенных полупроводниковых материалов является арсенид галлия. В США, напр., большая часть добываемого галлия используется в электронной промышленности. Сплавы галлия с золотом применяются в ювелирном деле и при протезировании зубов.

Биологическая роль галлия [2]

Галлий жизненно важен для растений. Биологическая роль галлия для человека мало изучена, однако есть данные, что галлий входит в оболочки эритроцитов, являясь постоянным компонентом крови, ускоряет скорость кровотока, способствует оттоку крови из периферических сосудов, препятствует тромбообразованию. Кроме того, у него обнаружена антибактериальная активность, которая проявлялась даже у самых резистентных к широкому спектру антибиотиков бактерий, благодаря использованию галлия вместо железа, при этом их рост прекращается, поскольку галлий, легко проникает через мембраны, и внутри клетки оказывает губительное действие [7].

В периодической системе галлий, наряду с германием, находится в окружении жизненно необходимых биоэлементов, таких как хром, марганец, железо, кобальт, медь, цинк, селен. Этот факт свидетельствует о необходимости более пристального изучения эссенциальности галлия для человека.

Галлий не оказывает влияния на резорбцию костной ткани, стимулированную витамином D; но предупреждает резорбцию, связанную с метаболизмом паратгормона, тироксина и интерлейкина-1-β.

В организме человека содержится около 700 мкг галлия [8].

В основном галлий поступает в организм с пищей и содержится в тканях в незначительных количествах (0,01-0,06 мкг/г). Имеются единичные данные, свидетельствующие о присутствии галлия в железах внутренней секреции, в частности, в гипофизе. «Депо» галлия в организме является костная ткань и печень.

Суточная потребность в галлии и его пищевые источники не определены.

Галлий малотоксичен. Летальная доза для человека не определена.

Контакт кожи с галлием приводит к тому, что сверхмалые дисперсные частицы металла остаются на ней. Внешне это выглядит как серое пятно. Имелись сообщения о развитии дерматитов при контакте с галлием.

Содержание галлия в организме человека определяют по результатам анализа мочи и крови.

Пищевые источники галлия [7]:

пшеничная крупа (особенно – манная), мед, многие виды грибов (в том числе – белые грибы – 0,22 мкг в 100 г [1]).

Пониженное содержание галлия в организме

Научные данные отсутствуют.

Основные проявления избытка галлия

Причины избытка галлия – избыточное поступление.

У животных, при отравлении галлием, наблюдается поражение нервной системы, сопровождающееся морфологическими изменениями в печени и почках. Наблюдаются значительные колебания в содержании калия и натрия в сыворотке крови, повреждения слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта.

Широкое использование арсенида галлия (в первую очередь в производстве полупроводников) с начала 80-х гг. прошлого века, привело к увеличению риска интоксикации этим элементом не только работников электронной промышленности, но и населения, т.к. методы утилизации и рециркуляции отходов, содержащих арсенид галлия, не были разработаны. Основной «мишенью» для арсенида галлия в организме является иммунная система. Этот элемент также способен нарушать образование гелей в организме, за счет усиления экскреции аминолевуленовой кислоты и порфиринов.

Отравление галлием сопровождается кратковременным возбуждением, сменяющемся заторможенностью; нарушением координации движений, замедлением дыхания и нарушением его ритма. Затем развивается паралич нижних конечностей, кома и смерть. Ингаляционное воздействие галлий-содержащего аэрозоля может вызывать поражение почек [3].

Синергисты и антагонисты галлия

Синергисты и антагонисты галлия на данный момент точно не установлены.

Коррекция избытка галлия в организме

Назначение симптоматического лечения и комплексообразователей (ДМСК).

В медицине нитрат галлия используется при лечении гиперкальциемии у онкологических больных, где эффект воздействия достигается за счет угнетения активности остеокластов.

Радиоизотоп галлия применяют в диагностике и лечении опухолевых заболеваний.

Литература

1. БЕЛЫЕ ГРИБЫ. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/gryby/belyje-gryby>
2. ГАЛЛИЙ. http://old.smed.ru/guides/current/g_mtd_lech/225?page=2#article
3. Галлий. <https://www.evaveda.com/spravochnye-materialy/pishha/mikroelementy/gallij>.

4. Галлий.<http://www.protown.ru/information/hidden/5557.html>.
5. ГАЛЛИЙ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ.<http://toxi.dyndns.org/base/nonorganic/Gallium>.
6. Галлий – металл, который плавится в руках. <http://fb.ru/article/280807/galliy-metall-kotoryiy-plavitsya-v-rukah>.
7. Галлий (Ga).<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesas/galliy-protivnik-trombov>.
8. Распространённость химических элементов в человеческом организме.https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.4.4. Иттрий

Иттрий (лат. Yttrium), Y – химический элемент III группы 5-го периода периодической системы Д.И. Менделеева, с атомным номером 39, атомной массой 88,9059. Он является светло-серым редкоземельным металлом [2].

В 1794 г. в шведском минерале из Иттербю финский химик Юхан Гадолин (швед. Johan Gadolin; 1760–1852) обнаружил оксид неизвестного элемента, который был назван в 1797 г. Андерсом Густавом Экебергом (швед. Anders Gustaf Ekeberg; 1767–1813) «иттриевой землей». Впоследствии оказалось, что «иттриевая земля» – смесь оксидов, из которой были выделены оксид иттрия, а также оксиды 10 других редкоземельных элементов. Только в 1828 г. немецкий ученый Фридрих Вёлер (нем. Friedrich Wöhler; 1800–1882) получил металлический иттрий в виде серого порошка при восстановлении безводного хлорида иттрия калием [3].

В земной коре иттрий содержится в размере 0,0028 весовых процентов и находится в числе тридцати самых распространенных элементов. В морской воде его концентрация составляет 0,3 мкг/л. Он входит в состав многих пород и минералов [6].

Металлический иттрий используется как добавка при производстве легированной стали, модифицированного чугуна, других сплавов. Из иттрия изготавливают трубопроводы для транспортирования жидкого ядерного горючего – расплавленного урана или плутония. Оксид иттрия(III) расходуется на изготовление иттриевых ферритов, применяемых в ради-

оэлектрике, в слуховых приборах, ячейках памяти. Оксид иттрия также находит применение в производстве керамики, катализаторов, ювелирных украшений, оптических лазеров [3].

В организме человека содержится около 600 мкг иттрия [5].

Биологическая роль: отсутствует; предположительно канцероген. Суточная потребность: 16 мкг. Мало токсичен [9].

Если учесть, что при ингаляционном пути поступления в легких задерживается до 13% ^{91}Y , то этот изотоп следует считать опасным для организма при его ингаляции. Распределение иттрия в организме в большой степени зависит от количества носителя. Иттрий в невосомых количествах откладывается преимущественно в скелете (60%), а при поступлении в весомых количествах – в печени (70%). Это различие в распределении зависит от образования весомым иттрием гидроокиси в концентрации, превышающей ее произведение растворимости. Поэтому она существует в грубодисперсном виде, захватывается клетками ретикуло-эндотелия печени и не достигает скелета.

Выведение иттрия из скелета происходит крайне медленно. Биологический период полувыведения из костной ткани равняется 18 тысячам дней. Из печени иттрий выделяется значительно быстрее (период полувыведения равен 100 дням), особенно быстро в первые 12–17 дней. Выделение иттрия из организма в первые 1–2 суток происходит в основном с мочой. При этом в первые сутки выделяется с мочой 25% иттрия, а с фекалиями только 2,9% [1].

Иттрия сульфат применяют в производстве керамики и стекла приборов в электронной промышленности [7]. Хроническое поступление иттрия сульфата в малых дозах в организм вызывает резкие морфо-функциональные изменения в печени, проявляющиеся углеводной, жировой и гидрорической дистрофиями. Длительное введение малых доз иттрия сульфата сопровождается диффузно-очаговыми изменениями как в корковом, так и в мозговом веществе почек с развитием гидрорической и углеводной дистрофий. В основе побочного действия иттрия сульфата лежат механизмы, связанные с развитием расстройств гемодинамики в указанных органах и биохимическими изменениями в углеводном, липидном, пептидном, минеральном и энергетическом обменах [4].

Изотопы ^{90}Y и ^{91}Y применяют в медицине для лечения при злокачественных новообразованиях путем введения непосредственно в раковую опухоль. При этом соединения иттрия задерживаются в лимфоузлах и предотвращают развитие метастазов [8].

Литература

1. Выведение иттрия из скелета. <http://health-way.kz/novosti/vy-vedenie-ittriya-iz-skeleta.html>.

2. Иттрий–химический элемент.<http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/641/%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9>.
3. №39 Иттрий. http://www.kontren.narod.ru/x_el/info39.htm.
4. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
5. Степанов А. Что такое иттрий? Свойства иттрия. Описание иттрия. <https://tvoi-uvelirr.ru/chto-takoe-itrij-svoystva-itriya-opisanie-itriya>.
6. Сульфат иттрия – свойства, получение, применение. <http://raremetal.ru/sulfat-itriya-y2so43>.
7. Побочное действие иттрия сульфата тема диссертации и автореферата по ВАК 14.00.25, к. м. н. Жалсаева Д. М. <http://www.dissercat.com/content/pobochnoe-deistvie-itriya-sulfata>.
8. Токсикология иттрия. http://studopedia.su/6_14160_metabolizm-i-toksikologiya-nekotorih-radionuklidov.html.
9. Химические элементы в организме человека. Справочный материалы, Под общей редакцией Л.В. Морозовой. Архангельск. Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова. 2001, стр. 17. <http://narfu.ru/university/library/books/0709.pdf>.

1.4.5. Висмут

Висмут (лат. Bismuthum), Bi, химический элемент V группы периодической системы Менделеева; атомный номер 83, атомная масса 208,980; серебристо-серый металл с розоватым оттенком.

Название элемента произошло от нем. Bismutum. Происхождение названия «висмут» не совсем ясно. По одной из версий – от старонемецкого слова Weissmuth, что означает «белое вещество», «белая субстанция». Висмут известен со средневековья (впервые упомянут в письменных источниках в 1450 году как Wismutton или Bisemutum), однако до XVIII века его считали разновидностью свинца, олова или сурьмы. Лишь в 1739 г. Потт Иоганн Генрих (Pott J.H.; 1692–1777) описал свойства висмута [3, 5].

Висмут – малораспространенный элемент. Его кларк (содержание в земной коре по массе) составляет $2 \times 10^{-5}\%$ и по этому показателю он близок к серебру. Концентрация висмута в подземных водах составляет около

20 мкг/дм³, в морских водах – 0.02 мкг/дм³ [4]. Висмут устойчив к действию кислорода и воды и растворим в концентрированной серной кислоте. Он относится к тяжелым металлам, наряду со свинцом, сурьмой, ртутью. Но в силу особенностей химических свойств не обладает ярко выраженным токсическим действием по сравнению с вышеперечисленными металлами. Соединения висмута использовались уже в средневековой медицине для лечения сифилиса, стоматита и других заболеваний [2].

В производстве висмут широко используется в электротехнике, ядерной промышленности, без него не обходится химическая, металлургическая и фармакологическая отрасли. Применяется висмут для производства косметических средств, красок, пигментов. На производстве случаи отравления соединениями металла крайне редки и являются следствием несоблюдения требований безопасности на производстве.

Биологическая роль в организме человека [6]

О физиологической роли висмута известно немного. Висмут, возможно, индуцирует синтез низкомолекулярных белков, участвует в процессах оссификации, образует внутриклеточные включения в эпителии почечных канальцев. Возможно, он имеет генотоксические и мутагенные свойства.

Висмут влияет на образование в организме человека «пигмента загара» – темно-коричневого пигмента меланина, который дезактивирует свободные радикалы, возникающие после облучения организма ультрафиолетом и ионизирующим излучением, а также в результате некоторых ферментативных процессов и реакций аутоокисления, участвует в процессах оссификации.

Висмут относится к категории тяжелых металлов, он является умеренно токсичным элементом. Некоторые источники даже называют висмут «вредным» тяжелым металлом. Будучи очень близким по своим свойствам к свинцу, висмут гораздо менее ядовит. В связи с этим экологи ратуют за постепенную замену свинца на висмут в промышленных и производственных процессах.

Растворимые соли висмута ядовиты и по характеру своего действия (хотя и в меньшей степени) аналогичны солям ртути. Водорастворимых солей висмута очень мало и, соответственно, вероятность встречи с ними невелика.

В организме человека содержится около 500 мкг висмута [9].

Суточная потребность организма человека точно не установлена, есть данные, что оптимальное среднесуточное поступление висмута составляет 5–20 мкг.

Токсичная и летальная дозы для человека не определены. Опасным считается хроническое поступление висмута в количествах 1–1,5 г в день.

Всасывание висмута, поступившего в желудочно-кишечный тракт, незначительное и составляет около 5%. После всасывания висмут обнаруживается в крови в виде соединений с белками, а также проникает к эритроцитам. Между органами и тканями висмут распределяется относительно равномерно. Некоторое накопление висмута может наблюдаться в печени, почках (до 1 мкг/г), селезенке и костях. Накапливается висмут и в головном мозге. Синергисты и антагонисты висмута неизвестны. Канцерогенность висмута не установлена.

Висмут, прошедший через желудочно-кишечный тракт, выделяется в виде сульфида висмута, окрашивая кал в темный цвет. Резорбированный висмут выделяется с мочой.

Основные источники поступления висмута в организм

Воздух. Вода. Продукты животного происхождения. Суточное поступление висмута в организм с продуктами питания составляет 20 мкг, а с воздухом – 0,01 мкг [1].

В съедобной части растений количество висмута составляет 0,06 мг/кг, что незначительно для человеческого организма. Он легко усваивается корневой системой растений и не накапливается в проводящих тканях. В основном его содержит зелень, а именно: полынь, шалфей, зелёные водоросли руккола, зелёный лук, мята, салат Ромэн, Лолло Роса, Батавия и др., а также специи: перец душистый, корица, мускатный орех, базилик и т. д. [7].

Гораздо более вероятным представляется поступление висмута в организм с лекарственными препаратами при приеме их внутрь или через кожу (при наружном применении).

Признаки недостаточности висмута

Данные о клинических проявлениях, вызываемых дефицитом висмута, отсутствуют.

Повышенное содержание висмута в организме [2, 6]

Профессиональные отравления или кожные заболевания при работе с висмутом почти не отмечаются. Интоксикация обычно наблюдается лишь при длительном воздействии на организм солей висмута в больших дозах. На основании анализа 945 клинических случаев было доказано, что побочные эффекты возникают лишь при применении очень высоких доз препаратов (до 20 г/сут) на протяжении длительного (2–20 лет и более) времени [8].

При этом встречаются случаи ятрогенных, профессиональных и бытовых отравлений. Однако хроническое отравление висмутом может

привести к изменению белкового, углеводного и липидного обменов, снижению содержания гемоглобина в крови и другим нарушениям: поражаются почки, центральная нервная система, печень, кожа и слизистые оболочки.

При попадании большого количества металла в организм он захватывается лейкоцитами и разносится по всем тканям и органам. Депонируется металл во внутренних органах: печени, почках, селезенке, нервной ткани. Выделение висмута из организма происходит через желудочно-кишечный тракт.

Используемые в медицине соли висмута фактически нерастворимы в воде, применяются в виде коллоидных растворов и не имеют высокой токсичности. При длительном или интенсивном приеме препаратов, содержащих висмут, возможно возникновение осложнений. Одно из основных проявлений – так называемая «висмутовая кайма» – воспаление, возникающее из-за отложения сернистого висмута по краям десен. Возможны нарушения и со стороны мочевыводящих путей.

Основные проявления избытка висмута:

- Общие признаки: ухудшение памяти и внимания, потеря аппетита, бессилие, снижение иммунитета, похудание.
- Проявления неврологического характера: бессонница, раздражительности, нервозность, изменение чувствительности участков тела, тремор мышц, спазмы, ригидность затылка, судороги.
- Со стороны сердечно-сосудистой системы: аритмия, изменение артериального давления.
- Изменения в органах пищеварения: слюнотечение, тошнота, рвота, стоматит, фарингит, затруднение глотания, болевой синдром, метеоризм, диарея; токсический гепатит с жировой дегенерацией и циррозом.
- Кожные проявления: дерматит, пигментация слизистой оболочки ротовой полости, образование «висмутовой каймы».
- Со стороны выделительной системы: почечная недостаточность, альбуминурия, цилиндрурия.

Длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с больными почками быстро приводит к висмутовой энцефалопатии, сопровождающейся головными болями, быстрой утомляемостью, немотивированной агрессией, снижением интеллекта, астенией, развитием психозов. Могут присоединиться: спутанность сознания, потеря равновесия, зрительные галлюцинации.

При остром отравлении препаратами висмута развивается острая почечная недостаточность, неврологические нарушения, олигурия, анурия, острые боли в животе, рвота, диарея.

Диагностика и лечение отравлений висмутом [2]

Диагностика отравления основана на анамнезе (прием медицинских препаратов висмута, работа на производстве с висмут содержащими соединениями), рентгенографии кишечника, анализе крови на содержание яда и т.д.

Оказание первой помощи заключается в немедленном прекращении поступления соединений висмута в организм. При остром отравлении промывают желудок. Больному можно дать 2 таблетки активированного угля.

Лечение заключается в проведении хелатирующей терапии. При необходимости проводят промывание желудка, назначают слабительные препараты. При развитии почечной недостаточности проводят гемодиализ.

Специфический антидот для висмута нет, однако неплохой эффект оказывает димеркаптол и унитиол. Применяют энтеросорбенты. При развитии стоматита назначают 1%-ный раствор ляписа.

Профилактика отравления соединениями висмута сводится в первую очередь к строгой дозировке медицинских препаратов и приему их под контролем лечащего врача. Недопустим бесконтрольный прием висмут содержащих препаратов. На производстве лучшей профилактикой отравлений тяжелыми металлами является строгое соблюдение требований охраны труда и техники безопасности при работе с ядовитыми веществами.

Соединения висмута нашли свое применение в медицине [6]

- Субгаллат висмута при нанесении на кожу и слизистые оболочки вызывает уплотнение коллоидов внеклеточной жидкости, слизи, экссудата и образует защитную пленку, которая предохраняет окончания чувствительных нервов от раздражения и которая способна снижать болевые ощущения и препятствовать развитию отека.
- Субнитрат висмута в виде мазей и присыпок используется как защитное и противовоспалительное средство при дерматите, экземе, эрозиях и язвах кожи.
- При назначении внутрь в виде суспензий, гелей или таблеток соли висмута (субсалицилат висмута, субцитрат висмута и ряд других), образуют на поверхности слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта защитную пленку, – хелатные соединения с белковым субстратом. Эта пленка способствует уменьшению местного воспалительного процесса, заживлению пептических язв и снижению числа рецидивов. Препараты висмута обладают антибактериальным действием (подавляют рост *Helicobacter pylori*).

Комбинированные препараты, в состав которых входит нитрат висмута основной (Викалин, Викаир), оказывают вяжущее, противокислотное и умеренное послабляющее действие. Соединения висмута используются при воспалительных заболеваниях желудка и кишечника, язве желудка и двенадцатиперстной кишки, диарее различного генеза и т.д.

Литература

1. БОЛГОВА И.В., ШАПОШНИКОВА И.А., ФАНДО Р.А. 2008. Таблица Менделеева в живых организмах. <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200801106>.
2. Висмут. <https://www.smed.ru/guides/223>.
3. Висмут. <http://www.water.ru/bz/param/bismuth.shtml>.
4. Висмут – химический элемент таблицы Менделеева. <http://feirone.com/vismut-83-element-tablicy-mendeleeva>.
5. Висмут (Bi). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudes/vismut-dlya-zagara>.
6. Отравление препаратами висмута. <http://vseotravleniya.ru/himicheskie/metally/vismut.html>.
7. Плотникова Е.Ю., Сухих А.С. 2016 Препараты висмута в практике врача. <https://www.lvrach.ru/2016/02/15436404>.
8. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.4.6. Таллий

Таллий – (лат. Thallium), Tl, химический элемент III группы периодической системы, атомный номер 81, атомная масса 204,383. Он является серебристо-белым металлом с сероватым оттенком, не имеет вкуса и запаха [7].

Таллий был открыт в 1861 году Вильямом Круксом (англ. William Crookes; 1832–1919). Его высокая токсичность была обнаружена уже в 1863 году [18]. Распространение Таллия в природе. Среднее содержание Таллия в земной коре (кларк) 4,5-10-5% по массе, но благодаря крайнему рассеянию его роль в природных процессах невелика [19].

В технике Таллий применяется главным образом в виде соединений. Монокристаллы твердых растворов галогенидов $TlBr - TlI$ и $TlCl - TlBr$ (известные в технике как КРС-5 и КРС-6) используют для изготовления оптических деталей в приборах инфракрасной техники; кристаллы $TlCl$ и $TlCl-TlBr$ - в качестве радиаторов счетчиков Черенкова. Tl_2O входит в состав некоторых оптических стекол; сульфиды, окисульфиды, селениды, теллуриды - компоненты полупроводниковых материалов, использующихся при изготовлении фотосопротивлений, полупроводниковых выпрямителей, видиконов. Водный раствор смеси муравьино- и малоновоокислого Таллия (тяжелая жидкость Клеричи) широко применяют для разделения минералов по плотности. Амальгама Таллия, затвердевающая при $-59^{\circ}C$, применяется в низкотемпературных термометрах. Металлический Таллий используют для получения подшипниковых и легкоплавких сплавов, а также в кислородомерах для определения кислорода в воде. ^{204}Tl в качестве источника β -излучений применяют в радиоизотопных приборах [19].

Биологическая роль в организме человека [20]

Таллий имеет выраженную токсичность, обусловленную нарушением ионного баланса главных катионов организма - натрия и калия.

Ион таллия склонен образовывать прочные соединения с серосодержащими лигандами и, таким образом, подавлять активность ферментов, содержащих тио группы. Таллий нарушает функционирование различных ферментных систем, ингибирует их, препятствуя тем самым синтезу белков.

Поскольку ионные радиусы калия и таллия близки, они имеют схожие свойства и способны замещать друг друга в ферментах. Катион таллия имеет большую по сравнению с калием способность проникать через клеточную мембрану внутрь клетки. При этом скорость проникновения таллия в 100 раз выше, чем у щелочных металлов. Это вызывает резкое смещение равновесия Na/K , что приводит к функциональным нарушениям нервной системы.

Именно тот факт, что таллий является изоморфным «микро аналогом» калия, свидетельствует о том, что токсичность его соединений для человека существенно выше, чем у свинца и ртути.

В организме человека содержится около 500 мкг таллия [11]

Суточная потребность организма человека точно не определена. Предполагается, что оптимальное суточное поступление таллия - около 2 мкг.

Суточное поступление таллия с питанием незначительное, однако таллий очень хорошо абсорбируется в кишечнике. Так же, как и калий, таллий в организме аккумулируется внутри клеток. Как в норме, так и при интоксикации таллием, этот элемент в основном сконцентрирован в

почках (в медуллярном слое), печени, мышцах, органах эндокринной системы, щитовидной железе и в яйцках. В основном таллий выводится с фекалиями путем секреции из внутренней среды организма в кишечник. Сопровождается этот процесс конкуренцией калий/таллий. Выделение таллия через почки в целом незначительное, даже на фоне отравления.

Антагонистами таллия являются вещества, содержащие серу. Таллий подавляет усвоение железа и способен вытеснить калий из организма.

Таблица 48. Пищевые источники таллия [1-5, 9, 10, 12-17, 20-23]

Продукт	Таллий мкг в 100 г продукта	Продукт	Таллий мкг в 100 г продукта
Свекла	0,7	Рожь	0,5
Шпинат	0,5	Гранат	0,5
Инжир (сушеный)	0,5	Груша	0,4
Инжир (сырой)	0,25	Рис белый длиннозерный	0,25
Пшеница	0,2	Ячмень	0,2
Рис белый крупнозерный	0,18	Рис бурый нешлифованный	0,15-0,22
Изюм	0,15	Фейхоа	0,12
Рис дикий	0,1-0,5	Виноград	0,006-0,068

Таллий содержится также в корнях цикория и табаке.

Кроме растений его источниками являются [6]:

- табачный дым;
- копать;
- промышленный дым;
- пыль в помещении.

Признаки недостаточности таллия

Научные данные отсутствуют.

Повышенное содержание таллия [20]

Таллий имеет выраженную токсичность. Летальная доза для человека – 600 мг.

Источниками отравления таллием могут служить бытовые средства: химикаты, предназначенные для борьбы с грызунами, – родентициды (сульфаты таллия).

Риск хронического отравления таллием присутствует у рабочих, занятых на таких производствах, как обжиг пирита, плавление руд (сульфидные руды, богатые калием минералы), сжигание угля, получение полупроводников, цемента, специального стекла с добавками таллия. Попадать в организм таллий может также через загрязненные пищевые продукты или с пылью. В криминалистике описаны случаи использования солей таллия с целью убийства или самоубийства.

При остром отравлении таллием в первую очередь поражается периферическая нервная система, центральная нервная система, сердце, гладкая мускулатура, печень, почки, кожа и волосы. Таллий вызывает диффузное поражение нейронов центральной нервной системы.

Острые и хронические отравления этим металлом различаются по времени, но имеют общие клинические проявления [6].

В ближайшие 3–4 часа появляются первые симптомы отравления таллием, характерные для большинства интоксикаций:

- тошнота;
- рвота;
- слабость;
- кишечные кровотечения.

В течение последующей недели появляются симптомы поражения нервной системы:

- хорея;
- судороги, онемение в мышцах;
- психоз;
- спутанность сознания;
- слабость;
- мигрень;
- судороги;
- парестезии (онемение) конечностей;
- болевые ощущения в мышцах;
- полиневрит;
- атаксия (нарушение координации движений);
- поражение черепных нервов;
- потеря зрения.

Кроме вышеперечисленных симптомов, позже появляются признаки отравления таллием со стороны других систем организма [6, 8].

- Дыхательная система – кашель, одышка, затрудненное дыхание, тяжесть в груди, интенсивные боли в грудной клетке, возможен отёк лёгких или паралич дыхательных мышц.
- Сердце и сосуды – умеренная гипертензия, тахикардия, боли в сердце, перебои в работе сердца.

- Желудочно-кишечный тракт: анорексия, саливация, стоматит, диарея, гастроэнтероколит, боли в животе, непроходимость кишечника, тошнота, рвота, кровотечения.
- Кожа и ее придатки: угревая сыпь, пигментация волос, характерные линии на ногтях, алопеция, иногда мелкая папулезная сыпь.
- Мочевая система: олигурия, протеинурия, азотемия, цилиндрuria
- Водно-электролитные нарушения: гипохлоремический алкалоз, гипокалиемия, гипокальциемия, гипотоническая дегидратация.
- Кровь: тромбоцитопения, анемия, гемолиз, мегакариоцитоз.
- ЦНС: снижение настроения, вялость, слабость, парестезии, миалгии, головная боль, бессонница, хореоатетоз, острый интоксикационный психоз, судорожный синдром, кома.
- Периферическая нервная система: поражение двигательной и чувствительной систем, болезненные парестезии, боли в мышцах и суставах; раннее исчезновение ахилловых рефлексов, другие рефлексы могут быть сохранены или умеренно повышены; развивается также и поражение черепных нервов, включая зрительные (атрофия сетчатки); часто наблюдаются хореиморфные движения вокруг рта.

Смертельное отравление таллием начинается внезапно. Симптомы могут появляться одновременно или последовательно с короткими промежутками. Субфебрильная или высокая температура, тошнота, рвота, понос, кишечные кровотечения могут дополниться острым бронхитом, отёком лёгких, психозом, потерей сознания или даже комой. Смерть при остром отравлении смертельной дозой наступает в течение 7–10 дней.

При хроническом отравлении таллием симптомы стёрты, латентный период длится дольше, а клиническая картина проявляется только на последних стадиях. Признаки нарушения работы желудочно-кишечного тракта практически отсутствуют.

Первыми проявлениями могут стать:

- алопеция;
- мышечная слабость;
- потеря зрения;
- развитие импотенции.

Лечение отравлений таллием [6]

Лечение отравления таллием длительное, требует госпитализации. Терапия основана:

- на выведении в неизменном виде;
- на связывании вещества и удалении его из организма;
- обезвреживании с помощью антидотов.

В случае острой интоксикации лечение нужно начинать с промывания желудка. Желательно эту процедуру провести ещё дома, потому что, пока больной поступит в лечебное учреждение, большая часть таллия уже всосётся в кровь. Промывание можно проводить с активированным углем, раствором ипекакуаны, тиосульфатом натрия или йодидом калия. Одновременно ещё в домашних условиях можно выпить магнезию, маннитол или английскую соль для слабительного эффекта и диуретики для усиления моче выведения.

В условиях стационара проводят неоднократный гемодиализ.

Рекомендован приём хлористого калия 3–9 грамм в день внутривенно или внутрь. Он препятствует обратному всасыванию таллия в почечных канальцах.

При нарушении дыхания следует ввести любелина гидрохлорид, при тахикардии и аритмии – сердечные препараты.

Витамины группы В рекомендованы для облегчения симптомов со стороны нервной системы.

Антидот для таллия ищут уже давно. Было проведено множество исследований с различными веществами и в итоге найдено наиболее подходящее. Это прусская синь или как её ещё называют, берлинская лазурь. Она многим известна ещё со школьного курса химии. Это вещество содержит калий, который замещает таллий в организме. Наиболее эффективна берлинская лазурь в виде раствора. Она выводит таллий вместе с калом.

Соединения таллия применяются для удаления волос при стригущем лишае – соли таллия в соответствующих дозах приводят к временному облысению. Широкому применению солей таллия в медицине препятствует то обстоятельство, что разница между терапевтическими и токсическими дозами этих солей невелика.

Некоторые силикаты и фосфаты щелочноземельных металлов, активированные таллием, применяются в физиотерапии.

Литература

1. ВИНОГРАД.<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/frukty-i-yagody/vinograd>.
2. ГРАНАТ.<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/frukty-i-yagody/granat>.
3. ГРУША.<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/frukty-i-yagody/grusha>.
4. ИЗЮМ.<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/sukhofrukty/izjum>.
5. ИНЖИР (сырой). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/frukty-i-yagody/inzhir>.

6. Отравление таллием.<http://otravleniya.net/ximicheskie-otravleniya/otravlenie-talliem.html>.
7. Отравление таллием. <http://www.pitermed.com/simptomny-bolezni/?cat=18&word=63583>.
8. ОТРАВЛЕНИЕ ТАЛЛИЕМ ЛЕЧЕНИЕ, СИМПТОМЫ, МЕХАНИЗМ ИНТОКСИКАЦИИ. http://www.astromeridian.ru/medicina/otravlenie_talliem_lechenie.html.
9. ПШЕНИЦА МЯГКАЯ. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/pshenitsa-myangkaja>.
10. ПШЕНИЦА ТВЕРДАЯ. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/pshenitsa-tyverdaja>.
11. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
12. РИС БЕЛЫЙ ДЛИННОЗЕРНЫЙ (НЕКЛЕЙКИЙ).<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/ris-beliy-dlinnozerniy>.
13. РИС БЕЛЫЙ КРУГЛОЗЕРНЫЙ (КЛЕЙКИЙ). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/ris-beliy-kruglozerniy>.
14. РИС БУРЫЙ (КОРИЧНЕВЫЙ) НЕШЛИФОВАННЫЙ.<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/ris-neshlifovanniy>.
15. РИС ДИКИЙ (ЧЕРНЫЙ).<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/dikij-ris>.
16. РОЖЬ.<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/rozh>.
17. СВЕКЛА (= БУРЯК, укр.).<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/ovoshchy/svekla>.
18. Таллий. Токсические свойства, использование. <http://biofile.ru/bio/11115.html>.
19. Таллий.<http://www.chem100.ru/elem.php?n=81>.
20. Таллий (Tl).<http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesatalliyy-garantirovannoye-oblyseniye>.

21. ФЕЙХОА. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/frukty-i-yagody/fejkhooa>.
22. ШПИНАТ. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zelen/shpinat>.
23. ЯЧМЕНЬ (ПЕРЛОВАЯ КРУПА). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/zlakovyje-i-bobovyje/yachmen>.

1.4.7. Индий

Индий (Indium) In – химический элемент 13-й (IIIa) группы периодической системы, атомный номер 49, атомная масса 114,82. Он был открыт спектроскопически в 1863 профессором Фрейбергской минералогической школы (Германия) Фердинандом Рейхом (Ferdinand Reich, 1799–1882) и его ассистентом Теодором Рихтером (Rikhter Teodor Ieronim; 1824–1898) [3].

Индий – металл серебристо-белого цвета, не тускнеющий на воздухе при длительном хранении и даже в расплавленном состоянии. Индий очень мягок и пластичен. Его твердость по шкале Мооса чуть больше 1 (мягче только тальк), поэтому индиевый стержень, если им водить по листу бумаги, оставляет на нем серый след. Индий в 20 раз мягче чистого золота и легко царапается ногтем, а его сопротивление растяжению в 6 раз меньше, чем у свинца [3].

Распространение Индия в природе. Индий – типичный рассеянный элемент, его среднее содержание в литосфере составляет $1,4 \cdot 10^{-5}\%$ по массе. При магматических процессах происходит слабое накопление Индия в гранитах и других кислых породах. Главные процессы концентрации Индия в земной коре связаны с горячими водными растворами, образующими гидротермальные месторождения [5]. Концентрация индия в морской воде $1 \cdot 10^{-7}$ мг/л [4].

Наиболее широко индий и его соединения применяются в полупроводниковой технике, в припоях, сплавах. Обладающие высокой отражательной способностью, индиевые покрытия применяются для изготовления зеркал и рефлекторов. Индий служит также для производства антикоррозионных покрытий, используется в металлургической, приборостроительной, стекольной промышленности, в электронике (изготовление диодов, транзисторов, лазеров, электропроводящих покрытий), в атомной технике и др. При аппликации на кожу и слизистые нитрид, хлорид, а также цианид индия оказывают выраженное повреждающее действие (раздражение, некротические и рубцовые изменения). Металлический индий и его нерастворимые соединения такими свойствами не обладают [4].

Биологическое действие индия [1–3]

В организме человека содержится около 400 мкг индия [6].

В настоящее время биологическое действие индия неизвестно. Учитывая близость атомного строения и физико-химических свойств индия и галлия, можно прогнозировать сходство их биологического действия. Очевидно, индий, как и алюминий, попадая в организм, должен накапливаться в костной и других тканях в виде малорастворимого фосфата. Тем не менее, известно, что индий в следовых количествах есть в зубной ткани, и в больных зубах (кариозных) его концентрация значительно ниже, чем в здоровых.

Соединения индия в медицине не применяют.

Хроническое отравление

Лица, занятые получением индия, жалуются на боли в суставах, костях, разрушение зубов, нервные и желудочно-кишечные расстройства, боль в области сердца и общую слабость [4].

Меры профилактики отравления индием

Процессы возгонки, улавливания и транспортировки металлического Индия должны быть механизированы и исключать возможность загрязнения воздушной среды пылью. При процессах получения концентрированных растворов Индия, его цементации, переплавке, рафинировании основное внимание следует сосредоточить на устранении источников, выделяющих пары солей Индия, а при получении металлокерамических изделий и пайке – аэрозоль металлического Индия.

Литература

1. Биологическая роль р-элементов IIIA-группы. Применение их соединений в медицине. <http://www.studfiles.ru/preview/2358897/page:4>.
2. Биологическая роль р-элементов. http://.studopedia.ru/9_169598_biologicheskaya-rol-d-elementov.html.
3. ИНДИЙ. http://encyclopaedia.bigru/enc/science_and_technology/INDI.html.
4. ИНДИЙ. <http://toxi.dyndns.org/base/nonorganic/Indium.htm>.
5. Индий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=49>.
6. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8

2%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.

1.4.8. Золото

Золото (лат. Aurum), Au, химический элемент I группы периодической системы Менделеева; атомный номер 79, атомная масса 196,9665; тяжелый металл желтого цвета. Среднее содержание Золота в литосфере составляет $4,3 \cdot 10^{-7}\%$ по массе. Один литр морской и речной воды содержит около $4 \cdot 10^{-9}$ г Золота [3].

Золото было первым металлом, известным человеку. Изделия из золота найдены в культурных слоях эпохи неолита (5–4-е тысячелетия до н. э.). В древних государствах – Египте, Месопотамии, Индии, Китае добыча золота, изготовление украшений и других предметов из него существовали за 3–2 тысячелетия до н. э. [8].

Ценнейшее свойство золота – химическая стойкость. Золото не окисляется на воздухе даже при нагревании, устойчиво при воздействии на него влаги, не вступает в реакцию с кислотами, щелочами, солями. Не действует на него и сероводород. Растворяется оно только в смеси соляной и азотной кислот – «царской водке» и в селеновой кислоте [8].

Во время второй мировой в Германии добывали золото с воды, но это очень невыгодно, поскольку ради 100 гр. золота, надо переработать примерно 100 тонн воды [2]. Золото в условиях товарного производства выполняет функцию денег. В технике Золото применяют в виде сплавов с другими металлами, что повышает прочность и твердость Золота и позволяет экономить его. Содержание Золота в сплавах, применяемых для изготовления ювелирных изделий, монет, медалей, полуфабрикатов зубопротезного производства и т.д., выражают пробой; обычно добавкой служит медь (так называемая лигатура). В сплаве с платиной Золото используется в производстве химически стойкой аппаратуры, в сплаве с платиной и серебром – в электротехнике. Соединения Золота используют в фотографии (тонирование) [3].

Биологическая роль золота в организме человека [4, 6]

В организме взрослого человека содержится около 200 мкг золота [7].

Распределение золота в организме зависит от растворимости его соединений. Коллоидные соединения в большей степени накапливаются в печени, тогда как растворимые – в почках. Суточная потребность организма

человека точно не установлена, есть некоторые данные, что она составляет 2–4 мкг.

Золото оказывает воздействие на различные процессы в организме:

- взаимодействует с протеазами и медью, которые гидролизуют коллаген; с эластазами и другими активными компонентами соединительных тканей;
- способно усиливать бактерицидные свойства серебра, оказывая антисептическое действие на бактерии и вирусы;
- участвует в иммунных процессах организма;
- участвует в процессах связывания гормонов в тканях;
- золото содержится в крови и костях;
- эффективно при заболеваниях, характерных для стареющего организма, – атеросклерозе, остеохондрозе, пародонтозе, деформирующем артрите, гипертонии, заболеваниях печени, депрессивных состояниях.

Содержание золота в организме основывается на изучении биосубстратов – волосы, кровь, биоптаты.

Металлическое золото нетоксично для организма человека, в отличие от органических производных, используемых как лекарственные препараты. Механизм биологического действия соединений золота до конца не ясен, однако в настоящее время известно, что золото может входить в состав металлопротеидов, взаимодействовать с медью и с протеазами, гидролизующими коллаген, также как и с эластазой, и другими активными компонентами соединительной ткани.

Синергисты и антагонисты золота не установлены.

Источники золота

Пищевые источники: зерна, листья и стебли кукурузы.

Лекарственные растения, содержащие золото [4]:

- желтушник седеющий *Erysimum canescens* Roth., Brassicaceae (трава);
- люцерна посевная *Medicago sativa* L., Fabaceae (трава);
- виды полыни *Artemisia* L., Asteraceae (трава);
- зайцегуб опьяняющий *Lagochilus inebrians* Bunge, Lamiaceae (трава);
- вощ полевой *Equisetum arvense* L., Equisetaceae (трава);
- виды дуба *Quercus* L., Fagaceae (кора);
- береза бородавчатая *Betula pendula* Roth, Betulaceae (почки, листья);
- кукуруза обыкновенная *Zea mays* L., Poaceae (рыльца);
- виды жимолости *Lonicera* L., Caprifoliaceae (плоды).

Воды океана содержат переменные количества золота. Если в среднем в 1 т морской воды содержится 0,02 мг золота, то в Карибском море его содержание достигает 15–18 мг [4].

Проявления недостаточности золота:

- полиартрит,
- деформирующий артрит,
- атеросклероз,
- гипертония,
- заболевания печени,
- депрессивные состояния.

Избыток золота в организме [4–6]

Отравление золотом – явление очень редкое. Механизм токсичности золота основан на большом сродстве этого элемента к сульфгидрильным группам белков, в результате чего золото ингибирует SH-ферменты. Этот механизм реализуется, например, при лечении больных ревматоидным артритом, когда длительное введение препаратов золота приводит к снижению активности сульфгидрильных систем и энзимных комплексов лейкоцитов, в конце концов обеспечивая уменьшение концентрации ревматоидного фактора. Симптомы избытка золота в организме:

- угнетение или возбуждение ЦНС, боли по ходу нервов;
- металлический вкус во рту;
- слюнотечение;
- коликообразные боли в кишечнике, понос;
- рвота;
- выделение белка с мочой;
- появление болезненных пятен на коже;
- усиленное потоотделение,
- боли в костях, суставах, мышцах,
- отеки ног;
- конъюнктивит;
- апластическая гипоплазия костного мозга;
- панцитопения (лейкопения, тромбоцитопения),
- уменьшение массы тела.

Избыток золота устраняют используя комплексообразователи D-пеницилламин (купренил, депен, купримин) и димеркаптол. В некоторых случаях используют вспомогательные средства: кортикостероиды, андрогены, атитимоцитарный глобулин.

Терапия препаратами золота

В середине 20 века золото использовалось в лечении туберкулеза, проказы, сифилиса, эпилепсии, глазных болезней, злокачественных опухолей. Сегодня препараты на основе солей золота используют в терапии ревматоидного и псориатического артрита, синдрома Фелти, красной волчанки [1

К таким препаратам относятся ауранофин, кризанол и др. Вводятся препараты золота как внутрь, так и парентерально, в виде коллоидных растворов (так называемая хризо терапия). Как правило, применение препаратов золота связано с большим числом побочных эффектов и противопоказаний.

В современной медицине золото применяется для диагностики и лечения злокачественных опухолей. Помимо достаточно распространенной химиотерапии, в которой используются коллоидные растворы нано золота, сегодня существует совершенно новый современный метод, которым предусмотрено введение в опухолевую ткань микроскопических золотых нано-капсул и воздействие на них инфракрасными лучами. При этом раковые клетки погибают, а здоровая ткань остается неповрежденной [8].

Иодистое золото известно как антисклеротический препарат, не имеет побочных эффектов. Оно эффективно при заболеваниях, характерных для стареющего организма, – остеохондрозе, пародонтозе, деформирующем артрите, гипертонии, заболеваниях печени, депрессивных состояниях. Часто иодистое золото подходит для утомленных жизнью стариков, вялых и маложизнеспособных.

Радиоактивное золото (^{198}Au) применяется при лечении некоторых опухолевых заболеваний и, прежде всего, рака легких.

Литература

1. «Близкий взгляд на роль микроэлемента золото в организме человека». Научная статья по специальности «Медицина и здравоохранение». В. В. Крутенко. Вестник проблем биологии и медицины 2013, Вып. 3, Т. 2 (103), 19-24. <http://cyberleninka.ru/article/n/blizkiy-vzglyad-na-rol-mikroelementa-zoloto-v-organizme-cheloveka>.
2. В каких продуктах содержится золото? <http://ktoikak.com/v-kakih-produktah-soderzhitsya-zoloto>.
3. Золото. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=793>Золото (= Аурум) (Au). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesa/zoloto-sklerozu-i-starosti-net/zoloto-dlya-rasteniya-turgor>.
4. Золото в организме. <http://otbabushek.ru/zoloto-v-organizme>.
5. Золото в организме человека. <http://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1659-zoloto-v-organizme-cheloveka.html>.

6. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
7. Физиологическое воздействие наночастиц золота на организм человека. <http://www.nanonewsnet.ru/blog/nikst/fiziologicheskoe-vozdeistvie-nanochastits-zolota-na-organizm-cheloveka>.

1.4.9. Скандий

Скандий (лат. Scandium), Sc, химический элемент III группы периодической системы Менделеева; атомный номер 21, атомная масса 44,9559; легкий металл с характерным желтым отливом, который появляется при контакте металла с воздухом [4].

Первым существование скандия предположил в 1871 Д. И. Менделеев. Он предложил название «экабор» и в журнале Русского химического общества описал некоторые свойства нового элемента. Открыт скандий был в 1879 шведским химиком Ларсом Фредериком Нильсоном (Lars Fredrik Nilson; 1840–1899) при исследовании иттербия. Первый образец чистого скандия (выше 94%) был получен в 1937. Содержание скандия в земной коре $1 \cdot 10^{-3}\%$ по массе. В незначительных концентрациях Sc содержится в речных, подземных и морских водах. Обычно сопутствует вольфраму, олову, алюминию, титану и ванадию [3].

Хотя в земной коре скандия 10^{-3} – $10^{-4}\%$. Это не так уж мало, если сравнить с благородными платиной (10^{-7}), золотом (10^{-8}) и даже серебром (10^{-6}). Но вот по рассеянности скандий – рекордсмен: редко в каком минерале его содержание достигает 10 граммов на тонну. Поэтому добывать его не то чтобы сложно, но очень дорого. Цена на более-менее чистый скандий в разы превышает цену золота [5].

Оксид скандия идет на изготовление ферритов для элементов памяти быстродействующих вычислительных машин. Радиоактивный ^{46}Sc используется в нейтронно-активационном анализе и в медицине. Сплавы скандия, обладающие небольшой плотностью и высокой температурой плавления, перспективны как конструкционные материалы в ракето- и самолетостроении, а ряд соединений скандия может найти применение при изготовлении люминофоров, оксидных катодов, в стекольном и керамиче-

ском производства, в химической промышленности (в качестве катализаторов) и в других областях [4].

Биологическая роль скандия

В организме человека содержится около 200 мкг скандия [2].

Суточная потребность: 0,05 мкг [7].

Кристаллический скандий малотоксичен, на воздухе окисляется, образуя защитную оксидную пленку. Оксиды скандия действуют на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, вызывая фарингиты и риниты. Скандий оказывает неблагоприятное воздействие на белковый, жировой и минеральный обмен и медленно выводится через желудочно-кишечный тракт. По степени воздействия на организм человека скандий представляет вещество умеренно-опасное и относится к 3 классу опасности (в пересчете на оксид скандия) [6].

Критические органы для радиоактивных форм скандия – желудочно-кишечный тракт, печень и легкие [1].

Литература

1. Биогеохимический потенциал и здоровье (стр. 8,2.12.1 Скандий). <http://pandia.ru/text/79/494/2935-8.php>.
2. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
3. Скандий. <http://megabook.ru/article/%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%B9>.
4. Скандий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=21>.
5. СКАНДИЙ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. <https://cosmos.mirtesen.ru/blog/43770545496/Skandiy:-fakty-i-faktiki>.
6. Справочник химика 21, [с.226]. <http://chem21.info/info/772672>.
7. Химические элементы в организме человека. Справочные материалы. Под общей ред. Л.В. Морозовой. Архангельск. Приморский государственный университет. 2001, 35. arfu.ru/university/library/books/0709.pdf.

1.4.10. Тантал

Тантал (лат. Tantalum), Та, химический элемент V группы периодической системы Менделеева; атомный номер 73, атомная масса 180,948 [5].

При стандартных условиях он представляет собой блестящий серебристо-белый металл (со слабым свинцовым оттенком вследствие образования плотной оксидной плёнки). Тантал открыт в 1802 году шведским химиком Андерсом Густавом Экебергом (Anders Gustaf Ekeberg; 1767–1813) в двух минералах, найденных в Финляндии и Швеции. Однако в чистом виде выделить его не удалось. Из-за трудностей получения этот элемент был назван по имени героя древнегреческой мифологии Тантала. В последующем тантал и «колумбий» (ниобий) считали тождественными. Лишь в 1844 году немецкий химик Генрих Розе (Heinrich Rose; 1795–1864) доказал, что минерал колумбит-танталит содержит два различных элемента – ниобий и тантал. Пластичный металлический тантал впервые получен немецким учёным Вернером фон Болтоном (Werner von Bolton; 1868–1912) в 1903 году [6].

Среднее содержание тантала в земной коре (кларк) $2,5 \times 10^{-4}$ % по массе. В большинстве магматических пород и биосфере он рассеян; его содержание в гидросфере не установлено [1].

По тугоплавкости (температура плавления около 3000°C) он уступает лишь вольфраму и рению. Высокая прочность и твердость сочетаются в нем с отличными пластическими характеристиками. Чистый тантал хорошо поддается различной механической обработке, легко штампуются, перерабатывается в тончайшие листы (толщиной около 0,04 миллиметра) и проволоку [2].

Наиболее важные области применения тантала – электронная техника и машиностроение. В электронике он применяется для изготовления ёмких и надежных электролитических конденсаторов, анодов мощных ламп, сеток. В химическом аппаратостроении из него изготавливают детали аппаратов, применяемых в производстве кислот. Тантал используется для изготовления сверхжаропрочных сталей, применяемых в промышленности и космической технике. В танталовых тиглях плавят металлы, например, редкоземельные. Из него изготавливают нагреватели высокотемпературных печей. Благодаря тому, что тантал не взаимодействует с живыми тканями организма человека и не вредит им, он применяется в хирургии для скрепления костей при переломах. Танталовыми нитями шивают нервные волокна [4].

Биологическая роль тантала

В человеческом организме содержится около 200 мкг тантала [3].

В костной ткани выявляется $0,03 \times 10^{-4}$ % тантала. Биологическая роль:

отсутствует. Суточная потребность: 1 мкг. Токсичны растворимые соли тантала, летальная доза – 300 мг (для крыс) [7].

Литература

1. Биогеохимический потенциал и здоровье (стр. 8) 2.14.3 Тантал. <http://pandia.ru/text/79/494/2935-8.php>.
2. Всё о химии Тантал. <http://himya.ucoz.ru/index/tantal/0-177>.
3. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
4. Справочник химика 21 [с.510]. <http://chem21.info/info/250682>.
5. Тантал. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=73>.
6. Тантал (элемент). [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB_\(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82)).
7. Химические элементы в организме человека... ТАНТАЛ (Та, 73)[с.36]. <http://narfu.ru/university/library/books/0709.pdf>.

1.4.11. Ванадий

Ванадий (Vanadium), V, химический элемент V группы периодической системы Менделеева; атомный номер 23, атомная масса 50,942; металл серо-стального цвета [2].

Он был открыт в 1801 году благодаря усилиям мексиканского профессора Андреаса Мануэля Дель Рио (Andrés Manuel del Río Fernández; 1764–1849). Не имея высокого авторитета в научных кругах Европы, его открытие не было признано, а спустя какое-то время сам Дель Рио заявил о том, что он всего лишь открыл хромат свинца. Второе рождение на свет ванадий претерпел в 1830 году, когда шведский химик Нильс Сефстрём (Sefström; 1787–1845) обнаружил в железной руде примесь совершенно неизвестного металла. После обсуждения с Берцелиусом (Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848) этот химический элемент и получил известное название. Английский химик Генри Энфилд Роско (Sir Henry Enfield

Roscoe; 1833–1915) в 1869 году получил порошкообразный металлический Ванадий восстановлением VCl_2 водородом [2].

Ванадий не самый редкий металл на Земле, к тому же его химическая активность не высока. Несмотря на это, в природе в свободном виде он не встречается, то есть является так называемым рассеянным элементом, и все потому, что радиус атома ванадия мало отличается от радиусов атомов железа и титана, что не позволяет ванадию на атомарном уровне обособиться от своих более распространенных «собратьев». Массовая доля ванадия в земной коре около $1,6 \cdot 10^{-2}\%$ (что совсем не мало, ведь это 160 г на тонну), а в воде Мирового океана $3 \cdot 10^{-7}\%$ [9].

Ванадий – метал серебристо-серого цвета. Обладает химической инертностью и устойчив к действию серной, азотной и соляной кислот [4].

Ванадий применяется в качестве легирующей добавки – феррованадия для улучшения качества сталей. Добавление ванадиевой лигатуры повышает прочностные параметры сталей, а также ее вязкость, износостойкость и другие характеристики. Легированный ванадием чугун также способствует улучшению его качеств. Применяется ванадий также для улучшения сплавов на основе титана. Есть сплавы титана, в составе которых содержится до 13% ванадия. Присутствует ванадий также в сплавах ниобия, тантала и хрома, используемых в авиационной промышленности, а также алюминиевых, титановых и других материалах авиации и ракетостроения. В атомно-водородной технологии используют хлорид ванадия для термохимического взаимодействия с водой. Используют ванадий в химической и сельскохозяйственной отрасли, медицине, стекольном производстве, текстильной области, лакокрасочном производстве и изготовлении аккумуляторов. Широко распространены ручные инструменты и оснастка из сплава хром ванадий, отличающиеся своей прочностью. Материал на основе диоксидов титана и ванадия способен значительно увеличивать память и скорость компьютеров и других электронных устройств [3].

Биологическая роль ванадия [7]

Ванадий, или ванадий (V) способствует правильному обмену веществ, формированию и росту здоровых костей и зубов, повышает защитные способности, очищает кровь и даже замедляет старение (в сочетании с другими минералами). В среднем в теле взрослого человека содержится около 110 мкг ванадия [8].

Свой «депо» элемент создает в костях, жире, иммунных клетках, печени и селезенке. В категорию микроэлементов ванадий был причислен сравнительно недавно, так что информации о нем пока не так много, как о

других микронутриентах с более давней историей. Тем не менее, уже сейчас, базируясь на результатах исследований, ученые убедились: в человеческом организме ванадию отведены важные функции.

В организме ванадий [10]:

- активизирует некоторые ферменты;
- способствует метаболизму кальция, углеводов, липидов, катехоламинов;
- содействует выработке некоторых гормонов;
- принимает участие в формировании эритроцитов;
- усиливает восприимчивость организма к инсулину при диабете 1-го и 2-го типов; регулирует уровень глюкозы в крови;
- повышает выносливость;
- предотвращает развитие атеросклероза;
- является профилактическим средством против некоторых видов рака (костной ткани, молочной железы, печени, предстательной железы);
- защищает от развития сердечно-сосудистых недугов;
- регулирует работу мышечной и нервной тканей;
- является катализатором многих окислительно-восстановительных процессов;
- оказывает действие на некоторые функции глаз, печени, почек;
- укрепляет кости и зубы;
- снижает уровень «плохого» холестерина;
- влияет на концентрацию натрия и калия в организме;
- необходим для роста детей;
- положительно влияет на функционирование репродуктивной системы.

Потребление ванадия в пределах от 0,1 до 1 мг в день считается безопасным и адекватным для удовлетворения потребностей организма. Придерживаясь рационального и сбалансированного питания, легко обеспечить эту норму. Правда, из полученного с пищей ванадия поглощается только около 1 процента, остальное выводится.

Источники ванадия

Высокий уровень содержания ванадия чаще всего встречается в овощах и дарах моря.

Грибы, устрицы, петрушка и шпинат принадлежат к списку наиболее важных источников микронутриента. В 100 граммах названных продуктов хранится более 0,1 мг полезного вещества. Почти 0,3 мг ванадия есть в 100 граммах цельного зерна, молочных продуктов и даров моря.

**Таблица 49. Содержание ванадия в некоторых продуктах
[1, 5-7, 10, 11]**

Продукт	Ванадий (мкг) в 100 г продукта	Продукт	Ванадий (мкг) в 100 г продукта
Рис	400	Жареный картофель	232
Овес	200	Фасоль	190
Редис	185	Пшеница	172
Ячмень	172	Гречка	170
Фисташки	170	Мускатный орех	170
Салат-лагук	170	Сухари	170
Бублики	170	Сдоба	170
Макароны	170	Саго	170
Горох	150	Картофель	149
Мука пшеничная 2-го сорта	130	Рожь	121
Манка	103	Мука 1 сорта из мягкой пшеницы	100
Зерновой хлеб	100	Фундук	100
Морковь	99	Кукуруза	93
Мука высшего сорта из мягкой пшеницы	90	Чач-чак	71
Свекла	70	Миндаль	45
Вишня	25	Абрикос	20
Виноград	10	Земляника	9
Груша	5	Яблоки	4

Также небольшие порции ванадия попадают в организм вместе с водой. Согласно некоторым источникам, большие запасы вещества есть в пчелином маточном молочке и меде в сотах.

Признаки недостатка ванадия [1, 7, 10]

Нехватка ванадия провоцирует:

- снижение прочности зубов, предрасположенность к кариесу;
- эмоциональную неустойчивость;
- быструю утомляемость;
- склонность к частым случаям гипогликемии при диабете;
- снижение уровня холестерина, повышение содержания триглицеридов, печеночных липидов и фосфолипидов в плазме крови;
- риск возникновения атеросклероза и сахарного диабета;
- ухудшение состояния костей
- бесплодие.

Опыты с исключением ванадия из рациона животных порождали ухудшение состояния костной ткани, хрящей, мышц, снижение способности к размножению. У коз нехватка ванадия провоцировала выкидыши, мертворождаемость, неправильное развитие плода. У крыс после введения в рацион ванадия улучшалась работоспособность щитовидной железы.

Признаки дефицита ванадия у людей – только теория. Кроме того, если придерживаться рационального питания, получить нехватку микроэлемента практически невозможно. Исключение – нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ.

Признаки избытка ванадия [7, 10]

Максимальная суточная доза ванадия составляет 1,8 мг. Дозу в 2–4 мг вещества теоретически считают летальной.

Однако исследования продолжаются, и данные еще могут быть пересмотрены. Поэтому важно принимать ванадий с осторожностью, не превышая безопасные границы. Переизбыток ванадия в организме чаще случается по причине плохой экологии. Лишние дозы микроэлемента и попадают в организм вместе с выбросами на металлургических заводах, при изготовлении стекла и асфальта. У людей, работающих на производстве, возможно развитие астмы, дерматитов, анемии.

Передозировка ванадия может привести к:

- нервным и психическим расстройствам;
- тошноте;
- потере аппетита;
- снижению веса;
- анемии;
- повреждению сосудов;
- обезвоживанию;
- диарее;
- зеленому налету на языке;
- почечной недостаточности;
- повреждениям печени, легких;

- воспалительным явлениям кожи и слизистых оболочек;
- увеличению риска развития опухолей;
- задержке роста;
- снижению в организме витамина С;
- аллергии;
- снижению иммунитета.

Взаимодействие ванадия с другими элементами

Хром и белок способны ослаблять токсичное воздействие ванадия, а железо, алюминий и аскорбиновая кислота – наоборот, усиливать его влияние на организм. Именно поэтому для быстрого выведения большой дозы ванадия из организма стоит применять препараты, содержащие хром и этилендиаминтетрауксусную кислоту (нейтрализует негативное воздействие тяжелых металлов).

Литература

1. Ванадий (V). <http://ktoiak.com/vanadiy-v>.
2. Ванадий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=23>.
3. Ванадий. Свойства ванадия. Применение ванадия. <https://tvoi-uvelirr.ru/vanadij-svoystva-vanadiya-primenenie-vanadiya>.
4. Ванадий – характеристика химического элемента с фото; его биологическая роль в организме человека; список источников, в которых он содержится. <http://xcook.info/makrojelementy/vanadij.html>.
5. В каких продуктах содержится Ванадий. <http://findfood.ru/component/vanadij/product>.
6. Миндаль. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/mindal>.
7. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ БОГАТЫЕ ВАНАДИЕМ. <http://foodandhealth.ru/mineraly/produkty-pitaniya-bogatye-vanadiem>.
8. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
9. Рыбак А. Ванадий в организме человека, 2015. <https://zdips.ru/zdorovoe-pitanie/mineraly/1636-vanadij-v-organizme-cheloveka.html>.

10. Таблица содержания ванадия в продуктах питания (в 100 гр). <http://happy-womens.com/tablistsa-soderzhaniya-vanadiya-v-produkhtah-pitaniya-v-100-g.html>.
11. Фундук. <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/vashe-zdorovoye-pitanije/orekhi-i-semena/funduk>.

1.4.12. Торий

Торий (лат. Thorium), Th, радиоактивный химический элемент, первый член семейства актиноидов, входящих в III группу периодической системы Менделеева; атомный номер 90, атомная масса 232,038; серебристо-белый пластичный металл. Торий открыт в 1828 году шведом Йёнсом Якобом Берцелиусом (Jöns Jakob Berzelius; 1779–1848) в одном из сиенитов в Норвегии. Элемент назван по имени бога грома в скандинавской мифологии – Тора, а минерал – силикат тория – торитом. Торий – характерный элемент верхней части земной коры – гранитного слоя и осадочной оболочки, где его в среднем содержится соответственно $1,8 \cdot 10^{-3}\%$ и $1,3 \cdot 10^{-3}\%$ по массе [6].

В чистом виде его выделил в 1882-ом году швед Ларс Нильсон (Lars Fredrik Nilson; 1840–1899) [7].

В 1898 г. независимо друг от друга и практически одновременно Мария Склодовская-Кюри (Skłodowska–Curie Мария; 1867–1934) и немецкий ученый Герхард Шмидт (Gerhard Carl Schmidt; 1865–1949) обнаружили, что торий радиоактивен. Склодовская-Кюри отметила тогда же, что активность чистого тория даже выше активности урана [2].

Торий применяется для изготовления катодов в электронных лампах, а оксид-тория – в магнетронах и мощных генераторных лампах. Добавка 0,8–1% ThO₂ к вольфраму стабилизирует структуру нитей ламп накаливания. ThO₂ используют как огнеупорный материал, а также как элемент сопротивления в высокотемпературных печах. Торий и его соединения широко используют в составе катализаторов в органических синтезе, для легирования магниевых и других сплавов, которые приобрели большое значение в реактивной авиации и ракетной технике. Металлический Торий используется в ториевых реакторах [6].

Биологическая роль тория

В организме человека содержится около 100 мкг тория [4].

У человека суточное поступление Тория с продуктами питания и водой составляет 3 мкг; выводится из организма с мочой и калом (0,1 и 2,9 мкг соответственно). Торий – малотоксичен, однако как природный ра-

диоактивный элемент вносит свой вклад в естественный фон облучения организмов [6]. У рабочих, имеющих дело с торием, обнаружено большее число хромосомных aberrаций. Они раньше умирают, больше болеют панкреатитом и раком лёгких, легче подвергаются респираторным заболеваниям. Наиболее серьезная опасность состоит в загрязнении воздуха, так как именно при вдыхании происходит в основном попадание радиоактивных веществ внутрь организма. Проникшие в легкие растворимые соединения тория будут подхватываться потоком крови и частично выводиться из тела, а частично отлагаться в нем, главным образом в костях, выведение из которых происходит очень медленно. Нерастворимые соединения могут остаться в легких, образуя местный источник излучения. Скорость выведения нерастворимых соединений из легких также очень мала [3].

Величина всасывания тория из желудочно-кишечного тракта составляет $1 \cdot 10^{-4}$. Для растворимых комплексных соединений тория в концентрации 1-200 мг/мл она колеблется от $7 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-4}$. Можно было бы ожидать, что попадание больших доз соединений тория (тяжелый металл, к тому же радиоактивный!) внутрь живого организма вызовет острое отравление; однако проведенные на животных эксперименты показали, что соли тория не очень токсичны. Пищеварительный тракт усваивает очень малую долю растворимых солей тория – 0,01% или меньше. Причина такого низкого поглощения состоит в том, что при pH пищеварительного тракта (кислая среда) соединения тория гидролизуются и торий выпадает в осадок в виде гидроксида, который выводится из организма естественным путем [3]. Острое отравление способна вызвать лишь нереальная доза в 100 г тория [5].

При исследовании различных органов, выявлено содержание в них радиоактивного изотопа тория (Th^{232}), с наибольшим накоплением его в костной ткани и в легких. Количество тория в печени, сердце, селезенке, мозге, мышцах и почках составляет в среднем $1 \cdot 10^{-6}$ г на 100 г свежей ткани, что в 3 раза меньше, чем в легких, и в 5 раз меньше, чем в костной ткани. Общее количество тория (Th^{232}) во всем организме составляет $1,1 \cdot 10^{-4}$ мг, что в сотни раз меньше его предельно допустимого количества, определенного Международной комиссией по радиационной защите. Торий (Th^{232}) не только поступает в организм и накапливается в нем, но так же, как уран и радий, непрерывно выводится с мочой и фекалиями [1].

Торий участвует в регулировке процессов нервной системы, усваивается, в основном, печенью [7].

При поглощении радиоактивных изотопов живым веществом, они наряду с химическим воздействием производят физиологическое действие вследствие ионизации и возбуждения нейтральных атомов и молекул. В результате последнего активизируется само живое вещество. Под влиянием α -, β -излучений и γ -квантов в живых клетках непрерывно возникают

активизированные молекулы и атомы в виде свободных радикалов, которые играют основную роль в жизнедеятельности организма и особенно в обмене веществ. Недостаток или отсутствие того или иного естественного радиоактивного элемента в пище может привести к нарушению некоторых обменных процессов и даже к заболеванию. Вот почему неверным является утверждение, что любая доза радиоактивности приносит вред организму. Научные наблюдения говорят об обратном. Наличие естественных радиоактивных элементов в воздухе, воде, почвах и организме в обычных количествах создает тот естественный радиоактивный фон, который не только не приносит вреда, но и является необходимым и полезным для нормальной жизнедеятельности [1].

Источники поступления тория

Торий постоянно присутствует в тканях растений и животных. Коэффициент накопления Тория (т. е. отношение его концентрации в организме к концентрации в окружающей среде) в морском планктоне – 1250, в донных водорослях – 10, в мягких тканях беспозвоночных – 50-300, рыб – 100. В пресноводных моллюсках (*Unio mancus*) его концентрация колеблется от $3 \cdot 10^{-7}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ %, в морских животных от $3 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-6}$ %. Торий поглощается главным образом печенью и селезенкой, а также костным мозгом, лимфатическими железами и надпочечниками; плохо всасывается из желудочно-кишечного тракта [6].

Неотложная помощь при отравлении торием

Дезактивация рук и лица водой с мылом или 2-3 % раствором порошка «Новость». Промывание полости рта и носоглотки. Внутрь противоядие от тяжелых металлов (*antidotum metallorum* 50,0 г) или активированный уголь. Рвотные средства (апоморфин 1 % – 0,5 мл подкожно) или промывание желудка водой. Солевые слабительные, очистительные клизмы. Мочегонные (гипотиазид 0,2 г, фонурит 0,25). При ингаляционном поражении (пыль, аэрозоль) – внутрь отхаркивающие (термопсис с содой, терпингидрат). Внутривенно 10 мл 5 % раствора пентацина [3].

Литература

1. Биологическое значение радиоактивных элементов.<http://medbe.ru/materials/magnitoterapiya-i-radonoterapiya/biologicheskoe-znachenie-radioaktivnykh-elementov>.
2. Популярная библиотека химических элементов.<http://n-t.ru/ti/ps/pb090>.
3. Профессор И.Н. Бекман ТОРИЙ Курс лекций.<http://profbeckman.narod.ru/Th.files/L7.pdf>.

4. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
5. ТОРИЙ. <http://mass-destruction-weapon.blogspot.ru/2014/12/blog-post.html>.
6. Торий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=90>.
7. Что такое торий? А. Степанов Свойства, добыча, применение и цена тория 2017. <https://tvoi-uvelirr.ru/chto-takoe-torij-svoystva-dobycha-primeneniye-i-cena-toriya>.

1.4.13. Уран

Уран (лат. Uranium), U, радиоактивный химический элемент III группы периодической системы Менделеева, относится к семейству актиноидов; атомный номер 92, атомная масса 238,029; металл.

Уран открыт в 1789 немецким химиком Мартином Генрихом Клапротом (Martin Heinrich Klaproth; 1743–1817) и назван им в честь планеты Уран, открытой Фредериком Уильямом Гершелем (Frederick William Herschel; 1738–1822) в 1781. В металлическом состоянии Уран получен в 1841 французским химиком Эженом Мелькьором Пелиго (Eugène Melchior Péligot; 1811–1890) при восстановлении UCl_4 металлическим калием. Первоначально Урану приписывали атомную массу 120, и только в 1871 году Д. И. Менделеев пришел к выводу, что эту величину надо удвоить.

Длительное время уран представлял интерес только для узкого круга химиков и находил ограниченное применение для производства красок и стекла. С открытием явления радиоактивности Урана в 1896 году и радия в 1898 году началась промышленная переработка урановых руд с целью извлечения и использования радия в научных исследованиях и медицине. С 1942 года, после открытия в 1939 году явления деления ядер, Уран стал основным ядерным топливом.

Уран – характерный элемент для гранитного слоя и осадочной оболочки земной коры. Среднее содержание Урана в земной коре (кларк) $2,5 \cdot 10^{-4}\%$ по массе, в кислых изверженных породах $3,5 \cdot 10^{-4}\%$, в глинах и сланцах $3,2 \cdot 10^{-4}\%$, в основных породах $5 \cdot 10^{-5}\%$, в ультраосновных породах мантии

3·10⁻⁷%. Уран энергично мигрирует в холодных и горячих, нейтральных и щелочных водах в форме простых и комплексных ионов, особенно в форме карбонатных комплексов [7].

Металлический Уран или его соединения используются в основном в качестве ядерного горючего в ядерных реакторах. Природная или мало обогащённая смесь изотопов Урана применяется в стационарных реакторах атомных электростанций, продукт высокой степени обогащения – в ядерных силовых установках или в реакторах, работающих на быстрых нейтронах. ²³⁵U является источником ядерной энергии в ядерном оружии. ²³⁸U служит источником вторичного ядерного горючего – плутония [7].

Биологическая роль урана

В микро количествах (10⁻⁵-10⁻⁸ %) уран обнаруживается в тканях растений, животных и человека. В наибольшей он степени накапливается некоторыми грибами и водорослями. В организм животных и человека уран поступает с пищей и водой в желудочно-кишечный тракт, с воздухом в дыхательные пути, а также через кожные покровы и слизистые оболочки. Основные депо в организме: селезенка, почки, скелет, печень, легкие и бронхо-легочные лимфатические узлы. В организме человека содержится около 100 мкг урана [6].

Суточное поступление урана в организм с пищей и жидкостями – 1,9 x 10⁻⁶ г, с воздухом – 7 x 10⁻⁹ г. В желудочно-кишечном тракте всасывается около 1% растворимых соединений урана и не более 0,1% трудно-растворимых; в легких всасывается соответственно 50% и 20%. В крови уран (в виде карбонатов и комплексов с белками) длительно не циркулирует, а откладывается и накапливается в основном в селезенке (4,7x10⁻⁵%), почках (5,3 x 10⁻⁷ – корковый и 1,3 x 10⁻⁶% – мозговой слой), костях (1 x 10⁻⁷%), костном мозге (1 x 10⁻⁶%), печени (6 x 10⁻⁷%), волосах (1,3 x 10⁻⁵%), а при вдыхании труднорастворимых соединений – в легких (6–9 x 10⁻⁷%) и бронхолегочных лимфатических узлах. Уран, содержащийся в костной ткани, обуславливает ее постоянное облучение (период полувыведения урана из скелета – около 300 суток). За сутки из организма человека выводится: с мочой – 0,5 x 10⁻⁷ – 5 x 10⁻⁷г, с фекалиями – 1,4 x 10⁻⁶ -1,8 x 10⁻⁶ г, с волосами – 2 x 10⁻⁸ г урана [2]. При попадании радиоактивных элементов в организм происходит ряд сложных процессов. Радиоактивные элементы входят в состав комплексных соединений. Способность их к комплексообразованию, с одной стороны, имеет положительный эффект: в таком виде элемент быстрее выводится из организма, с другой – отрицательный, поскольку разнос по организму ведет к концентрированию в критических органах, где возможно замещение (например, в костях, где много фосфора и кальция). Так, например, уран в значительной степени связывается в

организме с водородно-карбонатными комплексами. То, что в легких, по нашим данным, отмечается повышенное содержание урана, можно объяснить еще и формой поступления, возможно, это труднорастворимая форма и на легочных тканях [1].

Полагают, что уран необходим для нормальной жизнедеятельности животных и растений, однако его физиологические функции не выяснены [8]. Уран относят к нормальным компонентам протоплазмы клеток. Являясь, таким образом, структурным элементом организма, уран оказывает стимулирующее действие на его функции благодаря радиоактивности. Содержание урана в организме рассматривается как физиологическое явление. Обладая способностью комплексообразования, уран в организме теплокровных вступает в соединения с большей частью органических веществ: карбоксилем, гидроксидом, кетоаминогруппами, альбуминами плазмы; при этом теряется его токсичность. Поступающий в кровь шестивалентный уран находится в соединении с белками (около 40%) и бикарбонатами (около 60%). Оба комплекса представляют анионы. Чем лучше растворимы соединения урана, тем они более токсичны. Наиболее часто используемый в производстве уранилнитрат является растворимой солью уран [4].

При попадании в организм уран действует на все органы, являясь общеклеточным ядом. Молекулярный механизм действия урана связан с его способностью подавлять активность ферментов. Влияние урана на ферменты рассматривается как взаимодействие его с коферментами, содержащими первичные фосфорные группы, а также с белковым компонентом, что приводит к денатурации апофермента [4].

В первую очередь поражаются почки (появляются белок и сахар в моче, олигурия). При длительном поступлении в организм труднорастворимых соединений урана, когда наблюдается биологическое действие урана, как альфа-излучателя, развивается хроническая лучевая болезнь (заболевание, возникающее от воздействия различных видов ионизирующих излучений) [8].

Различают острые и хронические отравления ураном; последние характеризуются постепенным развитием и меньшей выраженностью симптомов. При хронической интоксикации возможны нарушения кровотока, нервной системы и др. [4]. Обедненный уран менее радиоактивен, чем природный, но весьма токсичен и представляет серьезную угрозу здоровью людей. При взрыве снарядов с обедненным ураном образуется урановая пыль, которая, попадая в организм людей, ведет к увеличению количества раковых заболеваний [2].

Профилактика отравлений ураном

Непрерывность технологических процессов, использование герметичной аппаратуры, предупреждение загрязнения воздушной среды, очистка

сточных вод перед спуском их в водоёмы, медицинский контроль за состоянием здоровья рабочих, за соблюдением гигиенических нормативов допустимого содержания урана и его соединений в окружающей среде [4].

Неотложная помощь при отравлении ураном

Деактивация кожи водой с мылом или содовым раствором. Внутрь раствор двузамещенного фосфата натрия 10:200, слизистые отвары, молоко, яичный белок. Промывание желудка. После очистки желудка – повторно двузамещенный фосфат натрия. При ингаляционном поражении – вдыхание аэрозоля 5 % пентафацина или фосфицина. При болях – внутрь белладонна, атропин (1:100 – 0,5мл). При неукротимой рвоте – витамин Вх с глюкозой, аминазин в/м (0,5% – 5,0 мл). Внутрь солевые слабительные (сернокислый натрий или магний 30:210). В/в 5% раствор пентафацина 40 мл или 10% раствор фосфицина – 20 мл. Фонурит 0,25 г в первые часы после интоксикации, как специфическое средство, предупреждающее поражение почек. Капельное вливание 5% раствора натрия двууглекислого (50,0–100,0 мл). Очистительные клизмы. При поражении фторидом урана (UF_6) – немедленно обильное обмывание водой пораженных участков кожи и слизистых оболочек. Обмывание 2 % раствором двууглекислого натрия. Содовые ингаляции, примочки, ванночки. При попадании в желудок внутрь жженую магнезию, глюконат кальция, слизистые отвары. Вдыхание кислорода, карбогена. При спазме голосовой щели – атропин (1:1000- 0,5 мл). При неукротимой рвоте – аминазин в/м (0,5 % – 0,5 мл). Назначение глюконата кальция, хлористого кальция (10 % – 20,0 мл с 40 % глюкозой – 20,0 мл). Очистительные клизмы, мочегонные – фонурит 0,25 г [5].

Литература

1. Барановская Н.В., Игнатова Т.Н., Рихванов Л.П. УРАН И ТОРИЙ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ ЧЕЛОВЕКА ВЕСТНИК ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА № 339 Октябрь 2010. 182-8. file:///C:/Users/postnikov_aa/Downloads/uran-i-toriy-v-organah-i-tkanyah-cheloveka.pdf.
2. БОЛГОВА И.В., ШАПОШНИКОВА И.А., ФАНДО Р.А. Таблица Менделеева в живых организмах 2008. <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200801414>.
3. Кириллов В. Ф. Физиологическое и токсическое действие урана.<http://ueip.org/technology/dejstvie-urana.htm>.
4. Краткая медицинская энциклопедия Уран (дополнение).<http://www.golkom.ru/kme>.
5. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. <http://profbeckman.narod.ru/Uran.files/Glava10.pdf>.

6. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
7. Уран. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=92>
8. Физиологическое и токсическое действие урана. <http://ueip.org/technology/dejstvie-urana.htm>.

1.4.14. Самарий

Самарий (Samarium), Sm, химический элемент с атомным номером 62, атомная масса 150,36. Является серебристо-желтый металлом. В 1879 французский химик Леккок де Буабодран (Paul Emile Lecoq de Boisbaudran; 1838–1912) выделил его из самарскита. Самарий – рассеянный элемент, содержание в земной коре $7 \cdot 10^{-4}\%$ по массе [6].

Основное применение металлического самария производство постоянных магнитов в виде сплавов с Co составов SmCo_5 и SmCo_{17} . Самарий находит применение также при производстве некоторых люминофоров, керамических конденсаторов, катализаторов, синтетических гранатов [6].

В ядерной энергетике самарий используется для управления атомными реакторами, так как сечение захвата тепловых нейтронов для природного самария превышает 6800 барн [3].

Биологическая роль самария

Роль самария в биологии практически не изучена. Однако установлено, что самарий и его соединения оказывают влияние на метаболизм [4].

В организме человека содержится около 50 мкг самария [2].

Самарий мало токсичен [5].

Однако повышенное содержание самария у человека может привести к значительному снижению защитной функции организма, поскольку в результате постоянного метаболизма веществ образуются токсические радикалы, которые могут способствовать развитию определенных болезней [1].

Литература

1. Анализ крови: Самарий. https://www.analizy-sochi.ru/analizy/analiz_krovi_samarium.html.

2. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
3. Самарий. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9#.D0.91.D0.B8.D0.BE.D0.BB.D0.BE.D0.B3.D0.B8.D1.87.D0.B5.D1.81.D0.BA.D0.B0.D1.8F_.D1.80.D0.BE.D0.BB.D1.8C.
4. Самарий и его свойства. <http://ablamirat.ru/raznoe/samarij-i-ego-svoystva.html>.
5. САМАРИЙ Химические элементы в организме человека. Архангельск 2001, 32. <http://narfu.ru/university/library/books/0709.pdf>.
6. Самарий это: Энциклопедический словарь. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/es/50874/%D1%81%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B9>.

1.4.15. Вольфрам

Вольфрам (Wolframium), химический элемент VI группы периодической системы Менделеева, атомный номер 74, атомная масса 183,85. Светло-серый металл, наиболее тугоплавкий из металлов (tпл 3380 °С), плотность 19,3 г/см³ (тяжелый металл). На воздухе при обычной температуре устойчив [3].

Впервые выделен в 1781 году в виде вольфрамового ангидрида (или трюхокиси вольфрама – WO₃) шведским химиком Карлом Шееле (Carl Wilhelm Scheele; 1742–1786) из минерала тунгстен, а в 1783 году испанцы братья д’Элуяр (Juan Jose D’Elhuyar и Fausto D’Elhuyar) впервые получили сам металл – вольфрам.

Вольфрам мало распространен в природе. Его содержание по массе в земной коре (так называемый «кларк») составляет 1,3x10⁻⁴ (57-е место среди химических элементов).. Максимальная его концентрация в природных маломинерализованных подземных водах составляет сотые доли мг/л. Вольфрам может попадать в воду и со стоками металлургических и химических производств [3].

Вольфрам широко применяется в современной технике как в виде чистого металла (в электротехнике – нити ламп накаливания, в радиоэлек-

тронике – катоды и аноды электронных приборов), так и в виде износостойчивых и жаропрочных сплавов (победит, стеллит и т.д.). Вольфрам применяется также в металлургии для легирования (придания специальных свойств) стали. Некоторые химические соединения вольфрама применяются в лакокрасочной и текстильной промышленности, как катализаторы в органическом синтезе, в составе твердых смазок для деталей трения и т.п.

Вероятность поступления вольфрама в организм с водой или пищей представляется незначительной. Существует опасность вдыхания вольфрама содержащих частичек пыли на производстве, использующем этот металл и его соединения в своем технологическом цикле.

Потенциальная опасность для здоровья.

В целом, несмотря на свою формальную принадлежность к тяжелым металлам, вольфрам не является высокотоксичным. Однако у людей, сталкивающихся с вольфрамом на производстве, возможны случаи как остро-го, так и хронического отравления. Основной объект токсического воздействия – органы дыхания [3].

Биологическая роль вольфрама [4]

Роль вольфрама в организме человека окончательно не изучена. По своим свойствам вольфрам напоминает молибден, однако, в отличие от молибдена, вольфрам не является эссенциальным элементом.

В организме человека содержится около 20 мкг вольфрама [5].

Суточная потребность организма человека не изучена. В среднем за сутки в организм человека с пищей попадает около 1–15 мкг вольфрама. Усвояемость вольфрама и его солей в желудочно-кишечном тракте человека составляет в среднем 1–10%, а слаборастворимой вольфрамовой кислоты – до 20%. Накопление вольфрама происходит в основном в костях и почках. В костной ткани содержится 0,25 мкг/кг, в цельной крови – 1 мг/л вольфрама. Выводится вольфрам из организма в основном с мочой, а 75% его радиоактивного изотопа ^{185}W – с фекалиями. Вольфрам ингибирует активность молибден-зависимых ферментов, например, ксантинооксидазы, и вследствие этого при накоплении солей вольфрама снижается уровень мочевой кислоты и повышаются уровни ксантина и гипоксантина, что важно учитывать при подагре. На сегодня выделены в чистом виде более 10 ферментов, содержащих вольфрам. Для трех из них определены участки ДНК, ответственные за их биосинтез. Молибден является антагонистом вольфрама [2, 4].

Есть мнение, что вольфрам не обладает метаболическими, канцерогенными и тератогенными свойствами у человека и животных [1].

Пищевые источники вольфрама

Пыльца, перга.

Признаки недостаточности вольфрама

Научные данные отсутствуют.

Избыток вольфрама в организме

Риск повышенного содержания вольфрама в организме наблюдается у работников металлургических предприятий, занятых на производстве легированных сталей, термоустойчивых, тугоплавких материалов, а также у лиц, контактирующих с карбидом вольфрама [2].

Хроническое поступление вольфрамовой пыли в организм может приводить к развитию клинического синдрома, – «болезни тяжелых металлов» или пневмокониоза. Наиболее частыми симптомами этого заболевания являются кашель, нарушение дыхания, атопическая астма и изменения в легких. Проявление этих симптомов обычно снижается после смены места работы или длительного отдыха, за счет прекращения контакта с этим металлом. В тяжелых случаях, при позднем диагностировании заболевания, может развиваться патология «легочного сердца», фиброз легких и эмфизема [4].

Кроме того, анализ данных, полученных в ходе масштабного исследования здоровья 8614 американцев в возрасте от 18 до 74 лет за 12-летний период. Была установлена строгая корреляция между высоким уровнем присутствия вольфрама в организме, выражающемся в повышенной его концентрации в моче, и риском развития инсульта. Особенно выражено эта ассоциация, как показало исследование, присутствует у более молодых людей, в возрастном интервале до 50 лет, где высокий уровень вольфрама увеличивает риск инсульта вдвое [6].

Токсичная доза вольфрама для человека не определена. Летальная доза (данные для крыс): более 30 мг [2].

Коррекция дисбаланса вольфрама в организме

В настоящее время не существует действенных методов ускоренного выведения или метаболизма металлов, способных вызывать «болезнь тяжелых металлов». Поэтому профилактические мероприятия и своевременное выявление лиц с повышенной чувствительностью к металлам и диагностирование начальной стадии болезни имеют определяющее значение для успешного лечения данной патологии. Однако в случае необходимости может применяться симптоматическое лечение и терапия комплексобразователями [2].

Литература

1. Вольфрам. <http://www.microelement.ru/uslovno-toksichnye/51-volfram.html>.
2. Вольфрам. <https://www.smed.ru/guides/235>.
3. Вольфрам. <http://www.water.ru/bz/param/tungsten.shtml>.
4. Вольфрам (W). <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesas/volfram-protiv-podagry>.
5. Распространённость химических элементов в человеческом организме. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%B2_%D1%87%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC_%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5.
6. Фактором риска инсульта оказался вольфрам, 2013. <http://medportal.ru/mednovosti/news/2013/11/12/301tungsten>.

1.4.16. Бериллий

Бериллий (Beryllium), Be, химический элемент II группы периодической системы Менделеева, атомный номер 4, атомная масса 9,0122 [2, 3

Это высокотоксичный твердый металл светло-серого цвета. Он имеет высокую стоимость, в основном из-за ограниченного количества месторождений и широкого применения этого химического элемента в производстве [5].

В 1798 г. французский химик Луи Никола Воклен (Louis-Nicolas Vauquelin; 1763–1829), занимаясь сравнительным анализом берилла и изумруда, открыл в них неизвестный окисел – «землю». Через 30 лет Фридрих Вёлер (Friedrich Wöhler; 1800–1882) и Антуан Александр Брутус Бюсси (Antoine Alexandre Brutus Bussy; 1794–1882) получили немного порошкообразного металла, но металл этот содержал много примесей. Прошло еще почти 70 лет, прежде чем Поль Лебо (Paul Marie Alfred Lebeau; 1868–1959) смог получить (в 1898 г.) чистый бериллий электролизом бериллиево-фтористого натрия.

Среднее содержание бериллия в земной коре 3,8 г/т. Это, конечно, очень немного, но и не так уж мало, если вспомнить, например, что такого известного элемента как свинец, на Земле вдвое меньше, чем бериллия [3].

Одно из основных применений бериллия – использование его как добавки к различным сплавам. Это увеличивает прочность металла, а в некоторых случаях подобный сплав просто необходим, например, для создания пружин, которые работают при высоких температурах.

Бериллий применяется для создания так называемой бериллиевой бронзы. Это сплав меди с добавлением одного-трех процентов бериллия. Такое соединение хорошо поддается механической обработке, и, в отличие от большинства металлов, бериллиевая бронза со временем не теряет своей прочности – она наоборот, только возрастает.

Бериллиевая бронза не магнитится и не искрит при ударах, ее использование в авиационной промышленности принимает весьма масштабный характер: из бериллиевой бронзы производится более тысячи деталей для современных тяжелых самолетов, в том числе тормоза и тепловые экраны с высокоточной системой наведения. Материалы из бериллия в полтора раза легче алюминия, но прочнее стали, что делает его идеальным материалом для ракетостроения и производства атомной техники. Также его удешевленная форма – гидрид бериллия, используется в некоторых типах ракетного топлива.

Открытие в тридцатых годах двадцатого века нейтрона, которое было сделано не без помощи бериллия, стало толчком для изучения атомной структуры этого металла. Выяснилось, что у него множество свойств, необходимых для работы в сфере ядерной энергетики, в том числе радиационная стойкость.

Но главным образом бериллий в атомной сфере используется как отражатель и замедлитель нейтронов, а оксид бериллия, смешанный с окисью урана, применяется в качестве эффективного ядерного топлива. Также фторид бериллия действует как растворитель некоторых веществ в ядерном реакторе, поэтому найти ему замену в современной атомной энергетике практически невозможно [5].

Биологическая роль бериллия и его физиологическое действие [3]

Бериллий присутствует в тканях многих растений и животных. У животных Бериллий распределяется во всех органах и тканях; в золе костей содержится от $5 \cdot 10^{-4}$ до $7 \cdot 10^{-3}\%$ Бериллия. Около 50% усвоенного животным Бериллия выделяется с мочой, около 30% поглощается костями, 8% обнаружено в печени и почках.

В живых организмах бериллий не несёт какой-либо значимой биологической функции. Однако бериллий может замещать магний в некоторых ферментах, что приводит к нарушению их работы.

Общее количество бериллия в теле взрослого человека лежит в диапазоне от 0,4 до 40 мкг. Всасываемость бериллия в желудочно-кишечном

тракте зависит от кислотности желудочного сока, колебаясь в пределах 4 до 10% от поступившего количества. Выводится бериллий из организма преимущественно с мочой (более 90%) [6].

Ежедневное поступление с пищей – около 10 мкг.

Бериллий – ядовит: Летучие (и растворимые) соединения бериллия, в том числе и пыль, содержащая соединения бериллия, высокотоксичны. Для воздуха ПДК в пересчёте на бериллий составляет 1 мкг/м³. Бериллий обладает ярко выраженным аллергическим и канцерогенным действием. Вдыхание атмосферного воздуха содержащего бериллий приводит к тяжёлому заболеванию органов дыхания – бериллиозу.

Там, где концентрация бериллия достигает 10 мкг на 1 м³ воздуха, могут появиться признаки отравления. Различаются три стадии:

I – лихорадка литейщиков, которая проходит через 24-48 часов;

II – токсическое воспаление легких, которое может проявиться по прошествии даже нескольких лет после отравления бериллием;

III – хроническое отравление бериллием – бериллиоз, или промышленный саркоидоз легких.

Статистика свидетельствует о том, что на 100 таких отравлений бывает, как правило, 10 смертельных случаев [1].

Диагностика бериллиоза [4]

Диагностика бериллиоза основывается на наличии контакта с бериллием, характерной клинико-рентгенологической картине, диспротеинемии (увеличение количества у-глобулинов, снижение альбумино-глобулинового коэффициента), обнаружении бериллия в биосредах (моче), снижении содержания магния в плазме крови, усиленном выведении его с мочой.

Существенным диагностическим критерием, в особенности при гранулематозной форме, является положительная аллергическая кожная проба с бериллием. На здоровой коже плеча ставится компрессным методом накожный тест с 0,25-0,5 % водным раствором BeCl_2 или другой водорастворимой соли. При положительном результате через 8-12-20-24 ч появляются рассеянные фолликулярные папулы, иногда – эритема и отек (держатся от 5 до 12 дней, после чего остается пигментация).

При воздействии смешанной пыли, содержащей кварц и бериллий (или его окислы), развивается пневмокониоз, рентгеноморфологически несущий черты, свойственные бериллиевому гранулематозу и узелковому силикозу. Клинически преобладают признаки бериллиоза.

Лечение отравлений бериллием [4]

При поражении верхних дыхательных путей – щелочные или масляные ингаляции с ментолом. При острых пневмонитах – комплексная терапия: антибиотики, сульфаниламиды, сердечно-сосудистые средства.

Бронхолитические: эфедрин, изадрин и др. Десенсибилизирующие: димедрол, тавегил, кальция хлорид внутривенно или кальция глюконат внутримышечно. Гормональные препараты: АКТП, кортизон, преднизолон. Лучшие результаты дает лечение, начатое в ранние сроки заболевания. Все мероприятия проводятся на фоне длительной кислородной терапии (лучше всего кислородная палатка) – сеансы 2-3 раза в день по 1-2 ч, можно чаще (по состоянию больного). Строгий постельный режим.

При хроническом бериллиозе: антибиотики, сульфаниламиды, сердечные и спазмолитические препараты, кислородная терапия. Широко используется длительное применение гормональных препаратов, дающее хороший результат. Преднизолон назначается курсами по 30-45 дней дважды в год, суточная доза – 25-30 мг. В отдельных, особо тяжелых (III стадия) случаях гормональная терапия проводится почти постоянно, с коррекцией дозы в зависимости от динамики состояния больного.

Санаторно-курортное лечение на Южном берегу Крыма, в санаториях средней полосы. При бериллиевых язвах кожи, гранулемах, при внедрении в кожу частичек бериллия – хирургическое лечение.

Литература

1. Бериллий. <http://supersyroed.mybb.ru/viewtopic.php?id=41&p=2>.
2. Бериллий. <http://www.chem100.ru/elem.php?n=4>.
3. Бериллий. <http://www.protown.ru/information/hide/5548.html>.
4. Бериллиоз. Отравление бериллием. <http://www.f-med.ru/toksikologia/berilioz.php>.
5. Где используется бериллий. <http://www.kakprosto.ru/kak-863267-gde-ispolzuesya-berilliy>.
6. Микроэлемент Бериллий. http://www.novostioede.ru/article/mikroelement_berillij_otravljenija_berillijem.

1.4.17. Радий

Радий (лат. Radium), Ra, серебристо-белый щелочно-земельный металл, быстро тускнеющий на воздухе из-за образования на его поверхности оксида и нитрида. Он является радиоактивным химическим элементом II группы периодической системы (самым тяжёлым элементом главной подгруппы), атомный номер 88, атомная масса 226,0254, аналог бария. Выделен в 1898 г в виде солей Марией Склодовской-Кюри (Maria Skłodowska-Curie; 1867–1934), Пьером Кюри (Pierre Curie; 1859–1906) и Густавом Бемоном (Gustave Vémont; 1857–1937) из урановой смолки [3].

Радий добывают из урановых руд и радиевых вод. В тонне природного урана – 0,34 г радия. Поэтому в первой половине 20-го века, до того, как

обнаружили крупные урановые месторождения, добыча радия из руды была незначительной. Например, из Яхимовских урановых руд до 1931 г. извлекли 39 г, из рудников США в 1911-1927 годах – 202 г радия. К 1940 году во всем мире было получено около 1 кг этого вещества. В настоящее время радия накоплено около 3 кг, и больше его практически не добывают.

Долгое время Радий был единственным элементом, радиоактивные свойства которого находили практическое применение (в медицине; для приготовления светящихся составов и т. д.). Однако сейчас в большинстве случаев выгоднее использовать не Радий, а более дешевые искусственные радиоактивные изотопы других элементов. Радий сохранил некоторое значение в медицине как источник радона при лечении радоновыми ваннами. В небольших количествах Радий расходуется на приготовление нейтронных источников (в смеси с бериллием) и при производстве светосоставов (в смеси с сульфидом цинка) [1].

Биологическое значение радия [3]

Радий поступает в организм через органы дыхания (в том числе – при курении), желудочно-кишечный тракт (пища, питье) и неповрежденную кожу (например, с грязных рук).

Поступление радия в организм человека с воздухом составляет примерно 1 фг/сут (1 фг (фемто-г) = 10^{-15} г). Поступление с пищей более значительно (90% радия поступает в организм с пищей и 10% с водой), особенно с пищей, возвращенной в некоторых регионах. В корнях и листьях травянистых растений радия больше, чем в стеблях и органах размножения; больше всего радия в коре и древесине. Среднее содержание радия в цветковых растениях $(0,3-9,0) \cdot 10^{-11}$ кюри/кг, в морских водорослях составляет $(0,2-3,2) \cdot 10^{-11}$ кюри/кг; в пшенице концентрация радия составляет $(20-26) \cdot 10^{-15}$ г/г, в картофеле $(67-125) \cdot 10^{-15}$ г/г, в мясе $8 \cdot 10^{-15}$ г/г.

Довольно много радия поступает в организм человека с водой. ^{226}Ra обнаружен в большинстве проб питьевой воды. Его содержание составляет $(0,3-8,0)$ пг-л⁻¹ в разных районах мира, за исключением небольшого числа районов с высоким содержанием радия в воде.

Суточное поступление в организм человека ^{226}Ra с пищей и водой составляет $2,3 \cdot 10^{-12}$ кюри (2,3 пг/сут), а потери с мочой и калом $0,8 \cdot 10^{-13}$ и $2,2 \cdot 10^{-12}$ кюри. Независимо от химической формы соединения радия при поступлении, 80% поступившего в организм радия (он близок по химическим свойствам Са) накапливается в костной ткани (скелете) человека (в животных 95-99%). Довольно активно он накапливается и в мозгу. Содержание радия в организме человека зависит от района проживания и характера питания.

^{226}Ra выводится из скелета человека с $T_6=17$ лет, из легких – 180 сут. Выведение радия из организма происходит через желудочно-кишечный

тракт. В течение 24–48 ч большая часть принятого с пищей радий выводится с фекалиями, с мочой (5-6%). Выведение радия через почки ограничено из-за реабсорбции его в канальцах [2].

Данные по условному человеку (в пг): содержание радия в организме человека – 31, в скелете – 27. Радий быстро покидает кровеносное русло, но небольшие количества его длительно циркулируют в крови: через 14 лет после поступления радия в крови циркулировало около 0,03% элемента, содержащегося в организме.

Многочисленными исследованиями установлено, что малые дозы радиации стимулируют иммунную систему, активируют ферменты, устраняющие повреждения, а также системы ликвидации повреждений ДНК и клетки в целом.

Избыток радия в организме [3]

До 1930-х гг. к радиоактивности относились без всякой осторожности. Это приводило к несчастьям. В истории радиологии известен случай с промышленником и общественным деятелем из Филадельфии Э.Байерсом. В течение трех лет он принимал препараты радия в качестве лекарства (суточная доза в 2 млн раз превышала установленную в настоящее время норму), вследствие чего и умер в мучениях. Важно понимать, что умер он не от рака: накопление радия в организме вызвало сильный некроз костной и других тканей, что и стало причиной его смерти. После этого случая, вызвавшего большой общественный резонанс, к радиации стали относиться с опаской.

Данные статистического анализа состояния здоровья работников часовых заводов, имевших дело с радием, опубликованные в 1994 году д-ром Р.Томасом, показали, что даже без учёта отсутствия рака у многих работников с дозой ниже 1000 рад безопасная доза составляет 400 рад. В 1997 г. д-р Р.Роланд, проанализировав те же данные, подтвердил, что существует пороговая доза, ниже которой облучение безопасно: «Сейчас имеется 2383 случая с хорошо установленной поглощенной дозой... Все 64 случая саркомы кости обнаружены среди 224 человек, получивших дозу более 10 Гр, в то время как у 2119 человек с меньшими дозами никаких опухолей не обнаружено».

Максимально допустимое количество ^{226}Ra , фиксированного в человеческом организме, составляет 0,1 мкг. Признаки радиевой интоксикации:

- лучевое поражение костной ткани – её деструкция, развитие радиационного остеита, который приводит к повышенной хрупкости и патологическим переломам кости. Радиационный остеит челюстных костей, как правило, осложняется инфекцией и протекает как хронический остеомиелит.

- патология костного мозга. На вскрытии костный мозг темно-красного цвета, с большим скоплением незрелых стволовых клеток.
- при опустошении костного мозга в селезенке и печени развиваются очаги экстрамедулярного кроветворения.
- у работниц радиевых производств нарушается овариально-менструальная функция.
- отмечены случаи поражения кожи, ломкости ногтей, выпадения волос у людей, проработавших в контакте с радием 1-2 года.
- может развиваться макроцитарная гипохромная анемия, лейкопения, тромбоцитопения.
- общая слабость, головная боль, головокружение, боли в сердце у лиц, контактирующих с радием,
- боли в костях рук и ног, грудине, ребрах, иногда позвоночнике.
- изменения в нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной системах, ЖКТ, нарушается обмен веществ.

Описан случай хронического поражения работницы, занимающейся окраской циферблатов часов. На протяжении 14 месяцев в её организм поступали соли радия. Содержание ^{226}Ra в организме составило 455 кБк. Одиннадцать лет работница была практически здорова. Затем появилась повышенная ломкость костей, через 12 лет она перенесла переломы, через 26 лет наступила полная слепота, имелся перелом ключицы. Через 40 лет после поражения больная скончалась от карциномы сфеноидального синуса.

Неотложная помощь при отравлении радием [2]

Неотложная помощь включает дезактивацию открытых участков кожи водой с мылом, каолиновой пастой с 20% цитратом натрия. Внутрь адсорбар или сернокислый барий 25:200. Рвотные средства (апоморфин 1% – 0,5 мл подкожно) или обильное промывание желудка раствором (3–5%) сернокислого натрия или магния. После очистки желудка назначение слабительных средств: сернокислый натрий или магний 30:200 с указанными адсорбентами.

Литература

1. Радий <http://www.chem100.ru/elem.php?n=88>.
2. Радий (лат. Radium), http://profbeckman.narod.ru/RN0.files/11_2.pdf.
3. РАДИЙ: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И РОЛЬ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА ВВЕДЕНИЕ <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=822680>.

2. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Поступлению в организм химических элементов способствуют питание, вода и вдыхаемый воздух. Многим химикам известны крылатые слова, сказанные в 40-х годах XX столетия немецкими учеными Вальтером и Идой Ноддак, что в каждом булыжнике на мостовой присутствуют все элементы Периодической системы. Вначале эти слова были встречены далеко не с единодушным одобрением. Однако, по мере того как разрабатывались всё более точные методы аналитического определения химических элементов, учёные всё больше убеждались в справедливости этих слов. Если согласиться с тем, что в каждом булыжнике содержатся все элементы, то это должно быть справедливо и для живого организма. Все живые организмы на Земле, в том числе и человек, находятся в тесном контакте с окружающей средой. Жизнь требует постоянного обмена веществ в организме.

Строго говоря, классическое определение Фридриха Энгельса, что «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой» [2] с учётом выше сказанного в наши дни не может считаться исчерпывающим, поскольку не отражает значение в жизнедеятельности воды и значительного числа химических элементов.

К примеру, установлено, что многие биологические катализаторы – ферменты содержат ионы переходных металлов (d-элементов). Например, известно, что марганец входит в состав 12 различных ферментов, железо – в 70, медь – в 30, а цинк – более чем в 100 [3]. Магний участвует более чем в 350 различных биохимических процессах [4].

Химические элементы называют жизненно необходимыми, если при их отсутствии или недостатке нарушается нормальная жизнедеятельность организма [3]. Однако «Всё хорошо, что в меру.» говорил отец медицины Гиппократ [1], поэтому не только нехватка, но и поступление в организм избытка химических элементов также нарушает разнообразные виды жизнедеятельности организма.

Литература

1. Гиппократ – викицитатник . <https://ru.wikiquote.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82>.

2. Жизнь – это... Что такое жизнь? <https://www.nkj.ru/forum/forum12/topic11947/messages>.
3. Кукушкин Ю.Н. Химические элементы в организме человека. <http://lib.komarovski.net/ximicheskie-elementy-v-organizme-cheloveka-kukushkin-yun.html>.
4. Роль магния в организме https://studopedia.ru/6_33869_rol-magniya-v-organizme.html.

2.1. Нервная система

Роль нехватки химических элементов в нарушении функционирования нервной системы

Нейрогуморальная регуляция центральной нервной системы обеспечивается биогенными аминами мозга, нейропептидами и простагландинами. Нейрогуморальные механизмы компенсации функций нервной системы <https://poisk-ru.ru/s41851t5.html>.

Вместе с тем, отдельные химические элементы – активные участники сложных и многообразных биохимических процессов, лежащих в основе нервной деятельности. Нарушение их обмена является важным звеном в патогенезе некоторых заболеваний нервной системы. Е.В. Осипова РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ (ОБЗОР) БЮЛЛЕТЕНЬ ВСНЦ СО РАМН 2005, Т. 1 (39), 79-84. http://vsnzbulleten.narod.ru/Bull_2005_01_01-23.pdf.

Недостаточный уровень в организме определённых химических элементов приводит к различным отклонениям в работе нервной системы: отбыстрой утомляемости, головокружений, частых перемен настроения при нехватке натрия; упадке сил, нарушения равновесия, ухудшения памяти при недостаточности хлора; повышения сухожильных рефлексов, мышечных спазмов вплоть до тонических судорог при гипокальциемии; слабости, парестезии, мышечных судорог при дефиците магния; до возникновения спутанности сознания, судорог, коматозного состояния в случаях падения сывороточного фосфора ниже 10 мг/л. Разнообразные нарушения нервной и психической деятельности отмечаются также при нехватке: железа, цинка, кремния, рубидия, брома, меди, алюминия, иода, бора, селена, никеля, хрома, марганца, лития, молибдена, кобальта, серебра, золота, ванадия.

Причинами этих состояний могут быть: недостаточное поступление необходимых веществ пищи и водой, неполное усвоение их в кишечнике, избыточное выведение их через кожу, почки и пищеварительный тракт,

избыточное присутствие в организме веществ, препятствующих усвоению того или иного химического элемента.

Хорошими источниками значительного числа необходимых химических элементов для нормальной работы нервной системы являются орехи, семена и крупы. Поставщиками отдельных важных элементов становятся молочные продукты, овощи, фрукты, рыба, мясо, печень, почки. Следовательно, для получения организмом достаточного количества необходимых элементов, обеспечивающих полноценную нервную деятельность, следует включать в рацион питания разнообразные продукты.

Литература

1. Нейрогуморальные механизмы компенсации функций нервной системы <https://poisk-ru.ru/s41851t5.html>.
2. Е.В. Осипова РОЛЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ (ОБЗОР) БЮЛЛЕТЕНЬ ВСНЦ СО РАМН 2005, Т. 1 (39), 79-84. http://vsnzbulleten.narod.ru/Bull_2005_01_01-23.pdf.

Таблица 50. Роль нехватки химических элементов в нарушении функционирования нервной системы

Недостающий химический элемент	Нарушения в нервной системе	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	утомляемость, головокружение, частые перемены настроения	недостаточное поступление пищи или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Поваренная соль, солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла
Хлор	упадок сил, нарушение равновесия, ухудшение памяти	дефицит в рационе поваренной соли или чрезмерной её потери	Поваренная соль, хлеб ржаной, сыры, солёные продукты

Кальций	острое онемение и покалывание в кончиках пальцев и околоротвой области; повышение сухожильных рефлексов, мышечные спазмы вплоть до тонических судорог; положительным симптомом Хвостека	недостаток кальция в пищевом рационе, нарушение его всасывания в кишечном тракте или гормональные расстройства	Орехи, семена, молочные продукты, рыбные консервы, зелень
Фосфор	снижение внимания, слабость, быстрая утомляемость; онемение и покалывание кончиков пальцев, психические заболевания, в запущенных случаях (сывороточный фосфор ниже 10 мг/л) может возникнуть спутанность сознания, судороги, кома-тозное состояние	нарастание потерь фосфора и снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, печень, почки, семена, кедровые и грецкие орехи, миндаль, фундук, бобовые
Магний	бессонница, нервозность, страх, нарушение кожной чувствительности; быстрая утомляемость, частые головные боли; внезапные головокружения, слабость, парестезии, мышечные судороги	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад, семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз

Железо	снижение способности к обучению: ухудшение памяти и концентрации внимания; задержка умственного развития у детей, возникновение неадекватного поведения; вспыльчивость, неуравновешенность, плаксивость, нарушение сна, непонятные мигрирующие боли по всему телу, головные боли и головокружения	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, миндаль, фундук, грецкие и кедровые орехи
Цинк	может сопровождаться гиперактивностью; депрессивными состояниями.	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, печень, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Кремний	появление чувства безысходности, раздражимость шумами (и даже малейшим шорохом), невозможность сосредоточиться; риск развития инсульта	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки.	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена

Рубидий	апатия, пониженное настроение, депрессия, невротические расстройства; психические расстройства	слишком малое поступление этого микроэлемента с продуктами питания	Картофель, лук репчатый, свекла, томаты, виноград кишмиш
Бром	нарушение сна; высокая раздражительность, склонность к истерикам; депрессии	малое употребление в пищу растительных продуктов, или проживание в местностях, где содержание микроэлемента в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря)	Морская капуста, креветки, треска, пшеница, грецкие орехи, арахис, миндаль, фундук
Медь	повышенная утомляемость, постоянное чувство слабости; ухудшение настроения, переходящее иногда в депрессию; дегенерация миелиновых оболочек нервных клеток, увеличение риска развития рассеянного склероза	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль, крупы
Алюминий	общая слабость, потеря сил в конечностях; нарушение координации движений	в медицинской практике за всю историю зафиксировано несколько единичных случаев недостаточности алюминия в организме человека.	Овсяные хлопья, рожь, пшеница, горох, рисовая крупа, картофель

Иод	упадок сил, снижение работоспособности, общая слабость, повышенная утомляемость; сонливость; апатия, головные боли; повышение раздражительности; ослабление памяти; снижение физических и интеллектуальных возможностей; различные виды параличей; глухонемота	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России	Морская капуста, орех кедровый, рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые
Бор	повышенная сонливость и замедление поведенческих реакций; снижение умственной активности и способностей (таких как сосредоточение, внимание и др.)	недостаточное поступление бора в организм, нарушения регуляции обмена бора	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи
Селен	хроническая усталость, неврозы; невысокая физическая и умственная выносливость; слабоумие, эндемический кретинизм и другие нарушения умственной активности	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Никель	вялость	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2 – 6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, миндаль, крупы, яблоки, груши

Хром	<p>дрожание конечностей; утрата способности полноценно координировать работу мышц; понижение чувствительности рук и ног; невралгия; повышенная слабость, постоянное чувство усталости, неспособность долго заниматься одним и тем же делом; головные боли; нарушение сна; ухудшение памяти; ощущение беспричинной тревоги; нарушение эмоционального фона; частые перепады настроения, истерика; нарушение интеллекта</p>	<p>недостаточное поступление хрома (20 мкг/день и менее).</p>	<p>Пивные дрожжи, рыба, печень, почки, мясо, груши, куры</p>
Марганец	<p>двигательные расстройства; головокружение, слабость, утомляемость; синдром хронической усталости; неврозы; ухудшение памяти, заторможенность мышления; психоэмоциональная возбудимость; склонность к психическим расстройствам</p>	<p>недостаточное поступление марганца с продуктами питания</p>	<p>Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис</p>

Литий	депрессия, маниакально-депрессивный психоз, шизофрения и другие психические заболевания	переизбыток в организме натрия, магния и калия (если принимаются содержащие их препараты), литий плохо усваивается организмом людей злоупотребляющих алкоголем	Мясо, птица, сельдь, картофель, чечевица, свекла, ячмень миндаль
Молибден	нарушение нормального развития головного мозга; нервную возбудимость, раздражительность, тревожность, дезориентация, умственная отсталость	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Кобальт	общая слабость; утомляемость; головные боли; спутанность сознания; снижение памяти	недостаточное поступление кобальта в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Серебро	ухудшение самочувствия; головные боли; быстрая утомляемость	причины дефицита серебра в организме изучены недостаточно	Арбузы, тыква, огурцы, укроп, клюква, орехи кедровые, белые грибы, опята, лосось
Золото	депрессивные состояния	дефицит золота в организме человека изучен недостаточно	Зерна, листья и стебли кукурузы
Ванадий	эмоциональная неустойчивость; быстрая утомляемость	нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ	Крупы, бобовые, фисташки, картофель

Роль избытка химических элементов в нарушении функционирования нервной системы

Неблагоприятное воздействие на нервно-психическую деятельность организма вызывает избыток значительного числа химических элементов: начиная с повышенной возбудимости, двигательного беспокойства, гиперактивности при избытке натрия; нарушения чувствительности, раздражительности, беспокойства, нарушения нервно-мышечной передачи, выраженной слабости или паралича при гипокалиемии; болей в голове; болезненных ощущений в груди при дефиците хлора; гиперрефлексии, слабости, головной боли при гипофосфатемии; сонливости, парестезии, галлюцинаций, спутанности сознания вплоть до ступора и комы при гипокальциемии; до усиления процессов торможения в центральной нервной системе, развития седативного эффекта, сонливости, иногда даже наркотического состояния, вплоть до комы, и угнетения дыхательного центра при гипомагниемии.

К серьёзным функциональным сдвигам нервной системы приводит избыток большого числа других веществ, среди которых: сера, железо, рубидий, стронций⁹⁰, бром, свинец, медь, алюминий, кадмий, барий, олово, иод, бор, селен, никель, хром, марганец, мышьяк, ртуть, кобальт, сурьма, серебро, соединения ниобия, цирконий, теллур, галлий, висмут, таллий, индий, золото, ванадий, уран, вольфрам, радий.

Причинами избытка химических элементов могут являться: чрезмерное поступление с пищей и водой, снижение функциональных возможностей выделительных систем организма, высвобождение из внутриклеточного пространства, эндокринные нарушения, наследственные anomalies обмена веществ, вредные привычки, экологические и производственные загрязнения воздуха и воды, влияние некоторых других элементов на избыточное усвоение.

**Таблица 51. Роль избытка химических элементов
в нарушении функционирования нервной системы**

Избыточный химический элемент	Нарушения в нервной системе	Причины избытка химического элемента
Натрий	повышенная возбудимость, двигательное беспокойство, гиперактивность	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с почками и надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс

Калий	нарушения чувствительности, раздражительность, беспокойство, нарушение нервно-мышечной передачи, с выраженной слабостью или параличом	распад клеток, с чрезмерным высвобождением калия из них, уменьшение экскреции калия почками при любой почечной патологии, введение препаратов калия, прием лекарственных средств
Хлор	боли в голове; болезненные ощущения в груди	чрезмерное употребление соленых продуктов, различные нарушения обмена веществ, заболевания сердечно-сосудистой системы и почек
Кальций	утомляемость, эмоциональная лабильность, ухудшение концентрации внимания и движений, сонливость, парестезии, галлюцинации, спутанность сознания вплоть до ступора и комы	гиперпаратиреоз, повышенная костная резорбция, повышенная почечная резорбция или сниженная секреция, повышенное всасывание в кишечнике
Фосфор	гиперрефлексия, слабость, головная боль	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфор-содержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфор-содержащими растворами

Магний	снижение нервной возбудимости и проведения афферентной импульсации, исчезновение коленного рефлекса, усиление процессов торможения в центральной нервной системе, развитие седативного эффекта, сонливости, иногда даже наркотического состояния, вплоть до комы, угнетение дыхательного центра	избыточное использование магний-содержащих препаратов, болезнь Аддисона, гипотермия, обезвоживание; надпочечниковая недостаточность; рабдомиолиз; приём: ацетил-салициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития
Сера	вялость, хроническая усталость, головные боли, головокружение, тошнота, слабость; обмороки; спутанность сознания, ухудшение памяти, психические расстройства, кома	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Железо	слабость, повышенная утомляемость, упадок сил, головные боли, головокружения	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Рубидий	бессонница или повышенная сонливость; головные боли.	работа в стекольной, химической и электронной промышленности, рубидий может в больших количествах поступать в организм с пищей и водой – это зависит от геологических особенностей местности

Стронций ⁹⁰	поражение мозга	корнеплоды и зеленые части растений с сельскохозяйственных угодий, зараженных радиоактивным стронцием
Бром	снижение болевой чувствительности; атаксия; головокружение; бессонница; угнетённое состояние нервной системы, подавленность, сонливость и общая слабость; расстройство речи; ухудшение памяти.	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола или Валокардина
Свинец	слабость, утомляемость, энцефалопатия, снижение памяти, головные боли, боли в конечностях, гиперактивность, депрессия, снижение уровня коэффициента умственного развития.	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Медь	головные боли; общая слабость, ухудшение качества сна, депрессивные состояния, проблемы с памятью и иные функциональные сбои в работе нервной системы, развитие болезни Альцгеймера, возникновение судорожных припадков, особенно у пациентов с отягощенной наследственностью по эпилепсии.	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях попадание в организм медной пыли или окиси меди, которые образуются при обработке медных поверхностей вручную или с помощью шлифовальной машинки (дремеля), когда используется наждак или разнообразные шлифовальные насадки (головки), отрезные круги и прочее

Алюминий	нарушение работы центральной нервной системы, нервозность, психические расстройства, нарушения речи и ориентации в пространстве, помутнение рассудка, провалы памяти, конвульсии, энцефалопатия, развитие болезни Альцгеймера, возникновение в старческом возрасте прогрессирующего слабоумия, дрожание головы, судороги в конечностях	работа на производстве с различными соединениями алюминия, проживание в местах с повышенным его содержанием, использование алюминиевой посуды, применение медицинских препаратов и декоративной косметики с алюминием, использование пищи, сохраняемой в металлических банках и фольге
Кадмий	приступы головных болей, головокружения, усиление коленного рефлекса, тремор, дермографизм	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Барий	расстройство координации движений и мозговой деятельности, головокружение, тонические и клонические судороги, паралич	употребление овощей и фруктов, выращенных в районе с повышенным содержанием бария в почве
Олово	нервные расстройства, высокий уровень возбудимости и агрессивное поведение у детей, частые мигрени и головокружения, депрессии	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы
Иод	головные боли, чрезмерная усталость, упадок сил, депрессия	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Бор	поражение центральной нервной системы, спутанность психики, летаргия	передозировка препаратов бора, повышенное содержание бора в почве либо в питьевой воде

Селен	головная боль, сбой в работе нервной системы, судороги, повышенная утомляемость, постоянная сонливость, психоэмоциональные нарушения, перепады настроения, истерическое состояние	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	головные боли, чрезмерная возбудимость центральной нервной системы или, наоборот, снижение реакции на стрессовые раздражители, невралгия, отёк головного мозга	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Хром	нервные расстройства, чрезмерная раздражительность	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа
Марганец	сонливость, снижение активности, заторможенность, парестезия, ухудшение памяти, риск возникновения болезни Паркинсона, депрессия, галлюцинации	работа на сталеплавильных и нефтеперерабатывающих заводах, станциях электротехники, шахтах по добыче минеральных руд, сварных производствах; экологическое загрязнение воды
Мышьяк	нарушение координации движений, раздражительность, головные боли, речевые расстройства, энцефалопатия, полиневриты, психозы, депрессии, угнетение нервной системы, паралич, судороги, летальный исход	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином

Ртуть	снижение работоспособности, быстрая утомляемость и повышенная возбудимость, астеновегетативный синдром, тремор кистей рук, губ, век и всего тела; атаксическая походка, парестезия вокруг губ, головные боли, головокружение, бессонница; нарушение речи, сонливость, «ртутная энцефалопатия», раздражительность, тревожность, ослабление памяти и интеллекта; нарушение координации движений	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Кобальт	поражение слухового нерва	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина B ₁₂
Сурьма	головные боли, расстройства координации движений, поражение центральной нервной системы	работа в производствезлектротехники, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Серебро	поражение центральной нервной системы	работа, связанная с добычей или обработкой руды
Соединения ниобия	судороги	работа с комплексными соединениями ниобия
Цирконий	головные боли	работа в литейной, машиностроительной и атомной промышленности; использование циркониевых браслетов

Теллур	дрожь в верхних и нижних конечностях, вялость; слабость; сонливость; головокружение; тремор; судороги; потеря сознания,	работа в металлургическом производстве
Галлий	кратковременное возбуждение, сменяющиеся заторможенностью; нарушение координации движений, развитие паралича нижних конечностей, кома и смерть	работа в электронной промышленности при производстве полупроводников использованием арсенида галлия
Висмут	ухудшение памяти и внимания, бессонница, раздражительность, нервозность, бессилие; изменение чувствительности участков тела, тремор мышц, спазмы, ригидность затылка, судороги; головные боли, быстрая утомляемость, немотивированная агрессия, снижение интеллекта, астения, развитие психозов; спутанность сознания, потеря равновесия, зрительные галлюцинации.	длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с больными почками

Таллий	<p>слабость; поражение двигательной и чувствительной систем, болезненные парестезии, боли в мышцах и суставах; раннее исчезновение ахилловых рефлексов, другие рефлексы могут быть сохранены или умеренно повышены; развивается также и поражение черепных нервов, включая зрительные (атрофия сетчатки); часто наблюдаются хореиморфные движения вокруг рта; судороги; полиневрит; нарушение координации движений; поражение черепных нервов; мигрень; снижение настроения, вялость, слабость, парестезии, головная боль, бессонница, хореоатетоз, острый интоксикационный психоз, судорожный синдром, спутанность сознания; кома</p>	<p>работа на производствах обжига пирита, плавления руд (сульфидные руды, богатые калием минералы), сжигания угля, получения полупроводников, цемента, специального стекла с добавками таллия; контакт с химикатами, предназначенными для борьбы с грызунами, – родентициды (сульфаты таллия)</p>
Индий	<p>общая слабость; нервные расстройства</p>	<p>работа на производстве полупроводниковой техники, припоев, сплавов; индиевых покрытий применяемых для изготовления зеркал и рефлекторов; антикоррозионных покрытий, используемых в металлургической, приборостроительной, стекольной промышленности, в электронике (изготовление диодов, транзисторов, лазеров, электропроводящих покрытий), в атомной технике</p>

Золото	угнетение или возбуждение центральной нервной системы, боли по ходу нервов	передозировка золотосодержащих противоревматических средств
Ванадий	нервные и психические расстройства	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Уран	нарушения нервной системы.	работа на добыче и переработке урановых руд
Вольфрам	риск развития инсульта	работа на металлургических предприятиях, занятых на производстве легированных сталей, термоустойчивых, тугоплавких материалов, а также карбида вольфрама
Радий	общая слабость, головная боль, головокружение, изменения в нервной системе	работа на часовых заводах, с использованием радия

Неврологические и психические последствия нарушения минерального обмена

Оказывается, что схожие неврологические и психические последствия возникают при множественных нарушениях минерального обмена. Например, слабость и быстрая утомляемость может проявляться при нехватке 16 элементов или при избытке 14 веществ. Повышение сухожильных рефлексов, мышечные спазмы и судороги наблюдаются при недостатке 3 химических элементов или при повышении содержания 9 веществ. Снижение рефлексов может произойти, как при гипо-, так и гиперкалиемии, а также при избытке магния, никеля и таллия. Парестезии могут возникнуть при гипокальциемии, нехватке фосфора, калия, магния, хрома, а также при гиперкальциемии, избытке магния, никеля и таллия.

К параличу могут привести гипокалиемия, нехватка иода или же гиперкалиемия, избыток магния, бария, мышьяка и галлия. Сонливость наступает при недостатке 3 элементов, а также при избытке 8 веществ. К нарушению сна могут привести 4 недостающих и 4 избыточных элементов. Раздражительность и беспокойство появляются при дефиците 8 или чрезмерном количестве 7 элементов. Головные боли могут быть обуслов-

лены недостаточностью 4 или избыточностью одного из 19 химических элементов.

Причиной депрессии может служить снижение в организме уровня 8 элементов или повышение содержания также 8 других веществ. К психическим расстройствам приводят 12 недостающих и 12 избыточных химических элементов. К вторичному поражению головного мозга (болезнь Вильсона-Коновалова) приводит избыточное содержание в организме меди.

Таблица 52. Неврологические и психические последствия нарушения минерального обмена

Неврологические и психические последствия	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Слабость и быстрая утомляемость	натрий, калий, хлор, фосфор, сера, рубидий, медь, алюминий, иод, селен, никель, хром, марганец, кобальт, серебро, ванадий	кальций, железо, бром, свинец, медь, иод, селен, литий, ртуть, теллур, висмут, таллий, индий, радий
Повышение сухожильных рефлексов, мышечные спазмы и судороги	кальций, фосфор, магний	алюминий, барий, селен, мышьяк, теллур, висмут, таллий, соединения ниобия
Снижение рефлексов	калий	калий, магний, никель, таллий
Парестезия	кальций, фосфор, калий, магний, хром	кальций, марганец, ртуть, таллий
Паралич	калий, иод	калий, магний, барий, мышьяк, галлий
Сонливость	калий, иод, бор	кальций, магний, рубидий, бром, селен, марганец, ртуть, теллур

Нарушения сна	магний, железо, бром, хром	рубидий, медь, ртуть, висмут
Раздражительность и беспокойство	магний, железо, кремний, бром, иод, селен, марганец, молибден	калий, натрий, алюминий, олово, хром, мышьяк, ртуть
Головные боли	магний, иод, кобальт, серебро	фосфор, сера, хлор, железо, рубидий, свинец, медь, кадмий, олово, иод, селен, никель, мышьяк, ртуть, сурьма, цирконий, висмут, таллий, радий
Депрессия	калий, цинк, кремний, рубидий, бром, медь, литий, золото	бром, свинец, медь, алюминий, олово, иод, марганец, мышьяк
Спутанность сознания- вплоть до ступора и комы	фосфор, молибден, кобальт	кальций, сера, магний, литий, теллур, галлий, висмут, таллий
Психические расстройства	фосфор, магний, железо, кремний, рубидий, бром, селен, хром, марганец, таллий, золото, ванадий	сера, алюминий, олово, селен, никель, хром, марганец, мышьяк, литий, ртуть, молибден, висмут
Вторичное поражение головного мозга(болезнь Вильсона-Коновалова)		медь

Таким образом, нарушения минерального обмена имеют значительное влияние на функции центральной нервной системы. Нехватка любого из 24 химических элементов приводит к тем или иным болезненным проявлениям. К наиболее тяжёлым последствиям следует отнести: задержку умственного развития у детей при нехватке железа, тонические судороги при гипокальциемии, возможность коматозного состояния при гипофосфатемии, риск развития инсульта при недостатке кремния, психические расстройства при дефиците рубидия, дегенерация миелиновых оболочек нервных клеток при недостаточности меди, слабоумие при снижении уровня селена.

Серьёзное неблагоприятное воздействие на нервную систему оказывает не только недостаток, но также избыток каждого из 40 химических

элементов. Особенно опасны излишние количества кальция, приводящие к спутанности сознания вплоть до ступора и комы; избыток магния, приводящий к развитию седативного эффекта, сонливости, иногда даже наркотического состояния, вплоть до комы и угнетения дыхательного центра; излишнее накопление серы, вызывающее обмороки; спутанность сознания, ухудшение памяти, психические расстройства, кому; избыток стронция⁹⁰, способствующий поражению мозга; избыток меди и алюминия, вызывающие развитие болезни Альцгеймера; накопление никеля, приводящее к отёку головного мозга; отравление мышьяком, угнетающее нервную систему, приводящее к параличу, судорогам, летальному исходу; интоксикация галлием, вызывающее развитие паралича нижних конечностей, кому и смерть; поражение галлием приводит к острому интоксикационному психозу, судорожному синдрому, спутанности сознания; коме.

Как недостаток, так и избыток различных химических элементов часто вызывают схожие признаки нарушения работы нервной системы: слабость и быструю утомляемость; повышение сухожильных рефлексов, мышечные спазмы и судороги; снижение рефлексов; парестезию; паралич; сонливость; нарушения сна; раздражительность и беспокойство; головные боли; депрессию; спутанность сознания вплоть до ступора и комы; психические расстройства.

2.2. Зрение

Нарушение зрения при нехватке химических элементов

Нехватка некоторых химических элементов неблагоприятно отражается на зрении человека. Так, недостаток кальция может привести к кальцификации хрусталика и к катаракте; нехватка иода – к конъюнктивиту и ослаблению зрения; недостаточность магния проявляется подергиванием век; мерцающими точками перед глазами; ощущением тумана; нехватка ряда других элементов уменьшает остроту зрения.

К причинам нехватки химических элементов относят: недостаточное содержание их в рационе питания, голодание, эндокринные нарушения, повышенные потери под влиянием некоторых продуктов питания, медикаментов и других химических элементов, психоэмоциональные перегрузки.

Большинство необходимых для зрения химических элементов находятся в орехах, семенах, крупах; отдельные элементы содержатся в молочных продуктах, морепродуктах, рыбе, мясе, кофе, чае.

**Таблица 53. Роль нехватки химических элементов
в нарушении зрения**

Недостающий химический элемента	Нарушения зрения	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Кальций	кальцификация хрусталика, нередко приводящая к катаракте	голодание, хронический алкоголизм, гиповитаминоз D, состояние после гастрэктомии, гипопаратиреоз, диарея, острый панкреатит, повышенное выделение кальция почками под действием кофеина, алкоголя, натрия, сахара, диуретиков, кальцитонина, дифосфонатов; гиперфосфатемия, гипомagneмия, гипопаратиреоз; избыток цитрата	орехи и семена; молоко и молочные продукты, сыры
Магний	подергивание век; мерцающие точки перед глазами; ощущение тумана	голодание, хронический алкоголизм, рвота, диарея, нефротический синдром, гипергликемия, диабетический кетоацидоз, дигоксин, петлевые диуретики, гентамицин, амфотерицин, циклоспорин, цисплатина, гипертиреоз, гиперпаратиреоз, гиперальдостеронизм	семена и орехи, шоколад, крупы, бобовые
Фтор	ухудшение зрения	снижение содержания фтора в воде – менее 0,7 мг/л, недостаточное поступление микроэлемента в организм, нарушение обмена фтора	чай, морская рыба, форель, раки, устрицы, орехи, крупы, мёд, яйца, мясо, птица
Цинк	снижение остроты зрения, образование катаракты	недостаточное поступление цинка в организм (1 мг/день и менее), мочегонные средства, употребление волокон, кальция или добавок железа	свекла, морковь, печень телячьа, пшеничные отруби, дрожжи сухие, тыквенные семечки, говядина, кедровые орехи

Бром	ухудшение зрения	проживание в горных областях и регионах, далеких от моря, недостаток в рационе растительных продуктов	морская капуста, креветки, треска, крупы, орехи, хлеб, бобовые
Иод	конъюнктивит; ослабление зрения	недостаточное поступления микроэлемента с продуктами питания, прием избыточного количества брома, железа, марганца, свинца, кальция, хлора, кобальта, карбоната лития	морепродукты, рыба, кедровый орех, яйца, молоко, мясо
Марганец	нарушение зрения.	недостаточное поступление с продуктами питания, избыток лимонадов, консервов, кальция, меди, железа, цезия и ванадия; усиленное расходование марганца в результате психоэмоциональных перегрузок	кофе, чай, пшеница, орехи, овёс, овсяные хлопья, рис
Молибден	снижение остроты зрения, вплоть до «куриной слепоты».	длительное внутривенное питание; злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая вегетарианская диета; избыток вольфрама	шиповник, печень, бобовые, крупы, орехи, пшеница, рожь

Роль избытка химических элементов в нарушении зрения

Избыток некоторых химических элементов неблагоприятно отражается на зрении человека. К примеру, гиперкальциемия приводит к кальцинозу роговицы, а избыток серы может вызвать точечные дефекты на роговице глаз; чрезмерное содержание никеля осложняется конъюнктивитами и кератитами, заканчивающимися язвением роговицы: поражение мышьяком проявляется раздражением конъюнктивы, слезотечением и светобоязнью, отеком век и даже раком глаз; избыток таллия может привести к атрофии сетчатки и потере зрения; некоторые элементы раздражают слизистые оболочки глаз.

Причинами избытка химических элементов может быть нарушение обмена этих веществ, избыточное их содержание в атмосфере, воде и на отдельных производствах; длительный прием лекарственных препаратов

или пищевых добавок, содержащих данные компоненты; вредные привычки; дефицит некоторых веществ, способствующий повышению усвояемости тех или иных элементов.

Таблица 54. Роль избытка химических элементов в нарушении зрения

Избыточный химический элемент	Нарушения зрения	Причины избытка химического элемента
Кальций	кальциноз роговицы	гиперпаратиреоз, повышенная костная резорбция, повышенная почечная резорбция или сниженная секреция, повышенное всасывание в кишечнике
Сера	сухость в глазах (ощущение «песка в глазах»); слезотечение, повышенная чувствительность к освещению; ломота в области глазных яблок и бровей; появление точечных дефектов на роговице глаз	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Хлор	слезотечение; рези в глазах	работа на фармацевтическом, целлюлозно-бумажном, текстильном и химическом производстве
Бром	раздражение слизистых оболочек глаз; конъюнктивит	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии

Медь	раздраженность конъюнктивы и повышенное слезотечение.	попадание в организм медной пыли или окиси меди, которые образуются при обработке медных поверхностей вручную или с помощью шлифовальной машинки (дремеля), когда используется наждак или разнообразные шлифовальные насадки (головки), отрезные круги и прочее
Барий	истечения из глаз, мидриаз	работа в угольной, горнодобывающей, машиностроительной и некоторых других промышленных отраслей, строителей, а также в сельском хозяйстве; на производстве инсектицидов, в процессе обработке древесины
Олово	ухудшение работы органов зрения	пары и пыль во время плавления при работе на производстве линолеума и пластмассы
Иод	слезотечение, покраснение глаз; конъюнктивиты, реже катаракта, повреждения зрительного нерва, со временем снижается зрение	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Селен	раздражение слизистых оболочек глаз, резь в глазах	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль)

Никель	конъюнктивиты и кератиты, осложняемые изъязвлением роговицы	работа в производстве жаропрочных материалов, при изготовлении сердечников электромагнитов, защитных покрытий от коррозии, аккумуляторов, катализаторов, в радиационных технологиях; в медицине при изготовлении брекет-систем и при протезировании
Хром	отечность век; повышенное слезотечение	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа, способствующий повышению усвояемости хрома
Мышьяк	раздражение конъюнктивы, слезотечение и светобоязнь, отек век; рак глаз	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Литий	ухудшение зрения, боли в глазах	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклодувной промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов психиатрии
Ртуть	сужает поля зрения.	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; с люминесцентными лампами; повреждение медицинского градусника; частое употребление морепродуктов

Сурьма	раздражение слизистой оболочки глаз, конъюнктивиты	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза.
Серебро	нарушение зрения в результате отложения серебра в сетчатке глаза	работа, связанная с добычей или обработкой руды
Таллий	атрофии сетчатки, потере зрения	работа на производствах обжига пирита, плавления руд (сульфидные руды, богатые калием минералы), сжигания угля, получения полупроводников, цемента, специального стекла с добавками таллия; контакт с химикатами, предназначенными для борьбы с грызунами, – родентициды (сульфаты таллия)
Золото	конъюнктивит	передозировка золотосодержащих противоревматических средств

Влияние на зрение нарушения минерального обмена

Снижение остроты зрения наблюдается как при недостатке фтора, цинка, брома, иода, селена, марганца, молибдена, так и при избытке олова. Нехватка кальция вызывает кальцификацию хрусталика, а его избыток – кальциноз роговицы. Раздражение слизистых оболочек глаз и конъюнктивит проявляется при нехватке иода, а также при избытке брома, меди, никеля, мышьяка, сурьмы, золота.

Причиной слезотечения может быть избытоксеры, хлора, меди, бария, иода, хрома, мышьяка; резь в глазах вызывается избытком серы, хлора, селена, лития; мидриаз – избытком бария; сужение поля зрения – из-за избытка ртути; появление точечных дефектов и язв на роговице глаз – за счёт увеличения в организме серы или никеля; атрофия сетчатки наступает под воздействием таллия; к раку глаз приводит избыток мышьяка.

Таблица 55. Влияние на зрение нарушения минерального обмена

Влияние на зрение	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Снижение остроты зрения	фтор, цинк, бром, иод, селен, марганец, молибден	олово
Кальцификация хрусталика (возможна катаракта)	кальций	
Кальциноз роговицы		кальций
Слезотечение		сера, хлор, медь, барий, иод, хром, мышьяк
Резь в глазах		сера, хлор, селен, литий
Раздражение слизистых оболочек глаз и конъюнктивит	иод	бром, медь, никель, мышьяк, сурьма, золото
Мидриаз		барий
Сужение поля зрения		ртуть
Появление точечных дефектов и язв на роговице глаз		сера, никель
Атрофия сетчатки		таллий
Образование катаракты	цинк	
Рак глаз		мышьяк

Как видно, нарушения минерального обмена существенно влияют на зрение человека. Нехватка или избыток из 8 элементов вызывает снижение остроты зрения или раздражение слизистых оболочек глаз и конъюнктивит и даже кальцификацию хрусталика и катаракту.

От избытка какого-либо из 18 химических элементов возникает слезотечение или раздражение слизистых оболочек глаз и конъюнктивит или резь в глазах, может быть мидриаз, возможно сужение поля зрения, появление точечных дефектов и язв на роговице глаз, атрофия сетчатки и даже рак глаз.

Нарушение слуха при нехватке химических элементов

Нехватка брома, иода или олова приводит к ослаблению слуха. Причиной нехватки этих компонентов служит недостаточное поступление с продуктами питания, связанное с проживанием в регионах с низким содержанием этих элементов в пище и источниках водоснабжения, а также с нарушением усвоения при постоянном употреблении некоторых продуктов и избытка отдельных химических элементов.

Значительные количества брома и иода содержится в морепродуктах в рыбе, орехах. Олово можно получить из мяса, фисташек, сдобы, сухариков, кукурузы, ржи.

Таблица 56. Роль нехватки химических элементов в нарушении слуха

Недостающий химический элемент	Нарушения слуха	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Бром	Ухудшение слуха	проживание в горных областях и регионах, далеких от моря с низким содержанием брома в почве	Морепродукты, треска, крупы, миндаль, фундук, бобовые
Иод	ослабление слуха	проживание в регионах с недостаточным содержанием иода в пище и источниках водоснабжения; нарушение усвоения при постоянном употреблении: цветной, краснокочанной капусты, репы, редиса, горчицы, сои, брюквы или при избытке: брома, железа, марганца, свинца, кальция, хлора, кобальта	Морепродукты, рыба, кедровый орех, яйца, молоко, мясо
Олово	понижение чувствительности органов слуха.	недостаточное поступление с продуктами питания	Мясо, фисташки, сдоба, сухарики, кукуруза, рожь, зелёный горошек

Нарушение слуха от избытка химических элементов

Избыток серы, мышьяка или ртути вызывает ослабление слуха, а недостаток бария приводит к шуму в ушах.

Причинами избытка этих химических элементов служат некоторые виды производственных условий, экологические загрязнения, вредные привычки, попытки суицидальных отравлений.

Таблица 56. Роль избытка химических элементов в нарушении слуха

Избыточный химический элемент	Нарушения слуха	Причины избытка химического элемента
Сера	нарушения слуха	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Барий	шум в ушах	работа в угольной, горнодобывающей, машиностроительной и некоторых других промышленных отраслей, строителей, а также в сельском хозяйстве; на производстве инсектицидов, в процессе обработке древесины
Мышьяк	снижение остроты слуха у детей.	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Ртуть	нарушение слуха	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; с люминесцентными лампами; повреждение медицинского градусника; частое употребление морепродуктов

Влияние на слух нарушения минерального обмена

Ослабление слуха возникает, как от нехватки одного из трёх химических элементов, так и от избытка других трёх веществ. Шум в ушах наблюдается при излишках в организме бария.

Таблица 57. Влияние на слух нарушения минерального обмена

Влияние на слух	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Ослабление слуха	бром, олово, иод	сера, мышьяк, ртуть
Шум в ушах		барий

2.4. Органы дыхания

Нарушение функционирования системы дыхания может быть связано с недостаточным содержанием в организме некоторых химических элементов: нехватка кальция и магния приводит к ларинго- и бронхоспазмам, недостаток меди проявляется повышением склонности к бронхиальной астме; малое количество кобальта повышает риск заболевания лёгких; ряд других физиологических нарушения обуславливает низкий уровень фосфора, калия, железа, меди, молибдена.

Причинами нехватки химического элемента служат недостаток этих элементов в пищевом рационе, нарушением их всасывания в кишечном тракте; гормональными расстройствами; избыточным выделением из организма; отрицательным воздействием некоторых продуктов питания, медикаментов и химических антагонистов; алкоголизм.

Многие из необходимых для системы дыхания элементов могут быть получены из орехов, семян, круп, бобовых, молочных продуктов, рыбы, мяса.

Таблица 58. Роль нехватки химических элементов в системе дыхания

Недостающий химический элемент	Нарушения в системе дыхания	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Кальций	ларингоспазм	недостаток кальция в пищевом рационе, нарушение его всасывания в кишечном тракте или гормональные расстройства	Растворы и таблетки хлорида и глюконата кальция, сыры, молочные продукты, орехи

Фосфор	повышение частоты дыхания	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Сыры, рыба, животные субпродукты, семена, орехи
Калий	учащенное и поверхностное дыхание	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Магний	ларинго- и бронхоспазмы	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Раствор сульфата магния, морские водоросли, семена, орехи, крупы
Железо	одышка	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, орехи

Медь	учащение дыхания и снижение его эффективности; развитие дис-тресс-синдром у новорожденных; повышение склонности к бронхиальной астме	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук
Молибден	одышка	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, субпродукты, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Кобальт	заболевания лёгких	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица

Роль избытка химических элементов в системе дыхания

К серьёзным нарушениям в системе дыхания приводит избыток в организме некоторых химических элементов: гиперкалиемия грозит развитием паралича дыхательных мышц; попадание в организм избыточного количества кремния может привести к силикозу, повышающему риск заболеваний туберкулезом, бронхитом, эмфиземой легких и даже новообразованиями злокачественного характера в плевре; излишний стронций может вызвать фиброз легких; пары брома способны спровоцировать отёк легких; отравление кадмием поражает бронхолегочную систему с последующими фиброзными изменениями и повышением риска развития эмфиземы; избыток мышьяка может привести к раку гортани; вдыхание атмосферного воздуха содержащего бериллий может вызвать саркоидоз лёгких и даже летальный исход. Разнообразные сдвиги в системе дыхания возникают при избытке: серы, хлора, магния, рубидия, алюминия, бария, олова, иода, титана,селена, никеля, хрома, марганца, молибдена, кобальта, сурьмы, циркония,теллура, галлия, скандия, ванадия ивольфрама.

Причинами избытка химического элемента в организме может быть повышенное количество в пище и воде от геологических особенностей местности; высвобождение из распадающихся клеток, вдыхание в виде пыли и газов, чрезмерное получение с медикаментами, побочные действия некоторых препаратов; дефицит в пищевом рационе некоторых химических элементов; производственные вредности.

Таблица 59. Роль избытка химических элементов в системе дыхания

Избыточный химический элемент	Нарушения в системе дыхания	Причины избытка химического элемента
Калий	слишком высокий уровень калия в крови приводит к параличу дыхательных мышц	распад клеток, с чрезмерным высвобождением калия из них, уменьшение экскреции калия почками при любой почечной патологии, введение препаратов калия, прием лекарственных средств
Сера	бронхит	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств

Хлор	сухой кашель; отёк лёгких	работа на фармацевтическом, целлюлозно-бумажном, текстильном и химическом производстве
Магний	снижение альвеолярной вентиляции и дыхательных рефлексов (из-за угнетения дыхательного центра)	избыточное использование магний-содержащих препаратов, болезнь Аддисона, гипотермия, обезвоживание; надпочечниковая недостаточность; рабдомиолиз; приём: ацетилсалициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития
Кремний	развитие силикоза, повышающего риск заболеваний туберкулезом, бронхитом и эмфиземой легких; возможны новообразования злокачественного характера в плевре	систематическое вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния в высоких концентрациях при профессиональной деятельности, связанной с добывающей промышленностью, контактами с цементом, асбестом, стеклом, аэрозолями, кварцем; избыточное поступление кремния в организм с пищей; нарушение регуляции обмена кремния
Рубидий	хроническое воспаление верхних дыхательных путей	работа в стекольной, химической и электронной промышленности, рубидий может в больших количествах поступать в организм с пищей и водой – это зависит от геологических особенностей местности
Стронций	фиброз легких	повышенное содержания стронция в почве и растительных продуктах питания
Бром	ринит; бронхит; пары брома способны вызвать отек легких	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола или Валокордина

Алюминий	кашель	работа на производстве с различными соединениями алюминия, проживание в местах с повышенным его содержанием, использование алюминиевой посуды, применение медицинских препаратов и декоративной косметики с алюминием, использование пищи, сохраняемой в металлических банках и фольге
Кадмий	поражение бронхолегочной системы с последующими фиброзными изменениями и повышением риска развития эмфиземы	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Барий	учащенное дыхание, отек легких; при длительном вдыхании производственной пыли соединений бария появляется сухой кашель, прогрессирующая одышка, в соединительной ткани возникают утолщения и рубцы, с присоединением признаков легочной недостаточности, пневмонии, бронхитов, туберкулеза	работа в угольной, горно-добывающей, машиностроительной и некоторых других промышленных отраслей, строителей, а также в сельском хозяйстве; на производстве инсектицидов, в процессе обработке древесины
Олово	тяжелый кашель с одышкой и мокротой.	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы

Иод	иодизм (асептическое воспаление слизистых оболочек дыхательных путей, слюнных желез, околоносовых пазух, возникающее в результате передозировки или индивидуальной непереносимости препаратов йода); при большом вдыхании паров йода появляется: насморк, кашель, возможен отек легких	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Титан	воспаление легких, воспаление легочных и периферических лимфатических узлов, гранулематоз легких и плевры, альвеолит, трахеит	работа на производстве наночастиц оксида титана, используемых в красках, косметике, солнцезащитных средствах, витаминах, пищевых красителях, зубной пасте
Селен	сильный кашель, ощущение сжатия в груди; бронхопневмония	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	одышка, раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей, ринит, носовые кровотечения; астма; отёк лёгких	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение

Хром	нарушение дыхания, слизистые выделения из носа	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа
Марганец	поражение лёгких	работа на сталеплавильных и нефтеперерабатывающих заводах, станциях электротехники, шахтах по добыче минеральных руд, сварных производствах; экологическое загрязнение воды
Мышьяк	ларингит, трахеит, бронхит; насморк; сухость носоглотки; фиброз, изъязвления носовой перегородки; прорыв носовой перегородки, аллергоз; рак гортани	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Молибден	развитие пневмокониоза	вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях; излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь
Кобальт	«Кобальтовая» пневмония; бронхиальная астма	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина В ₁₂
Сурьма	сухость в горле; длительный кашель; воспаление слизистой горла; при вдыхании пыли, содержащей соединения сурьмы, развивается ларингит, трахеит, бронхит, пневмония (литейная лихорадка); расстройство дыхания	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза

Цирконий	хронические заболевания верхних дыхательных путей; легочные гранулемы, пневмофиброз	работа в литейной, машиностроительной и атомной промышленности; использование циркониевых браслетов
Теллур	пары теллура и теллуrowодород вызывают раздражение дыхательных путей; кашель; нарастание легочной недостаточности; бронхиты; пневмонии; пневмосклероз	работа в металлургическом производстве
Галлий	замедление дыхания и нарушение его ритма	работа в электронной промышленности при производстве полупроводников с использованием арсенида галлия
Скандий	оксиды скандия действуют на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, вызывая фарингиты и риниты	работа с оксидом скандия при изготовлении ферритов для элементов памяти быстродействующих вычислительных машин; с радиоактивным ^{46}Sc используемым в нейтронно-активационном анализе и в медицине
Ванадий	повреждения легких	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Вольфрам	«болезнь тяжелых металлов» или пневмокониоз скашлем, нарушением дыхания, атопической астмой и изменениями в легких; «легочное сердце», фиброз легких и эмфизема	работа на металлургических предприятиях, занятых на производстве легированных сталей, термостойчивых, тугоплавких материалов, а также карбида вольфрама

Бериллий	<p>три стадии бериллиоза: I – лихорадка литейщиков, которая проходит через 24-48 часов; II – токсическое воспаление легких, которое может проявиться по прошествии даже нескольких лет после отравления бериллием; III – хроническое отравление бериллием – бериллиоз, или промышленный саркоидоз легких; на 100 таких отравлений бывает, до 10 смертельных случаев</p>	<p>вдыхание атмосферного воздуха содержащего бериллий при работе в металлургии, самолётостроении, ракетостроении, в производстве атомной техники</p>
----------	---	--

Влияние на органы дыхания нарушения минерального обмена

Нехватка одного из 8 химических элементов чаще всего приводит к функциональным нарушениям в системе дыхания. Органические поражения наиболее характерны для избытка тех или иных из 29 элементов. К примеру, причиной хронического воспаления верхних дыхательных путей служит избыток 9 химических элементов. Носовые кровотечения вызывает избыточный никель. Повышение частоты дыхания связано с нехваткой 5 элементов, а также избытком 3 веществ. Бронхит возникает при избытке 7 элементов, кашель – от излишка 8 элементов, а пневмония – от недостатка кобальта и избытка 7 химических элементов. Избыток хлора, брома, иода, никеля опасен возникновением отёка лёгких, Семь химических элементов вызывают поражение бронхолегочной системы сопровождающееся фиброзными изменениями. Излишки кремния, кадмия, вольфрама могут привести к эмфиземе легких. Вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния в высоких концентрациях, приводят к силикозу; избыток молибдена и вольфрама вызывает пневмокониоз; вдыхание атмосферного воздуха содержащего бериллий заканчивается бериллиозом.

Таблица 60. Влияние на органы дыхания нарушения минерального обмена

Влияние на органы дыхания	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Хроническое воспаление верхних дыхательных путей		рубидий, бром, иод, никель, хром, мышьяк, сурьма, цирконий, скандий
Носовые кровотечения		никель
Повышение частоты дыхания	фосфор, железо, медь, молибден, калий	барий, олово, никель
Замедление частоты дыхания и нарушение его ритма		галлий
Одышка	железо, молибден	никель
Ларингоспазм	магний, кальций	
Снижение альвеолярной вентиляции и дыхательных рефлексов		магний
Паралич дыхательных мышц		калий
Бронхит		сера, кремний, бром, барий, мышьяк, сурьма, теллур
Повышение склонности к бронхиальной астме	медь, селен	кобальт
Кашель		хлор, алюминий, барий, олово, иод, селен, теллур, вольфрам.
Пневмония	кобальт	барий, титан, марганец, кобальт, сурьма, теллур, селен
Отёк лёгких		хлор, бром, иод, никель
Поражение бронхолегочной системы сопровождающееся фиброзными изменениями		стронций, кадмий, барий, мышьяк, цирконий, теллур, вольфрам
Эмфизема легких		кремний, кадмий, вольфрам

Силикоз с повышением риска заболеваний туберкулезом, бронхитом и эмфиземой легких; новообразованиями злокачественного характера в плевре		
Пневмокоциоз		молибден, вольфрам
Бериллиоз (лихорадка литейщиков, токсическое воспаление легких, промышленный саркоидоз легких)		вдыхание атмосферного воздуха содержащего бериллий

2.5. Обоняние

Понижение остроты обоняния возникает от недостатка цинка или избытка кадмия, мышьяка и сурьмы. Избыток теллура сопровождается чесночным запахом выдыхаемого воздуха.

Таблица 61. Влияние на обоняние нарушения минерального обмена

Влияние на обоняние	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Понижение остроты обоняния	цинк	кадмий, мышьяк, сурьма
Чесночный запах выдыхаемого воздуха		теллур

2.6. Вкусовые ощущения

К нарушению вкусовых ощущений приводит избыток мышьяка, а излишек олова и теллура проявляется металлическим привкусом во рту.

Таблица 62. Влияние на вкусовые ощущения нарушения минерального обмена

Влияние на вкусовые ощущения	Избыточные химические элементы
Нарушение вкусовых ощущений	мышьяк
Металлический привкус во рту	олово, теллур

2.7. Состояние голоса

Избыток двух химических элементов влияет на состояние голоса: сурьма нарушает функции голосового аппарата гортани; хром вызывает осиплость голоса.

Таблица 63. Влияние на состояние голоса нарушения минерального обмена

Влияние на состояние голоса	Избыточные химические элементы
Нарушения функции голосового аппарата гортани	сурьма
Осиплость голоса	хром

2.8. Сердечно-сосудистая система

Влияние нехватки химических элементов на сердечно-сосудистую систему

Наиболее тяжёлые нарушения в сердечно-сосудистой системе наблюдаются при гипокалиемии: сердечная недостаточность, нарушение сердечного ритма, желудочковые экстрасистолы, опасные возникновением фибрилляции желудочков. Подобная опасность возникает и при гипокальциемии. Гипофосфатемия также представляет угрожающую опасность, приводя к сердечной недостаточности, нарушению сердечного ритма, патологическим изменениям ЭКГ – снижением сегмента ST, уплощением зубца T, появлением зубца U, желудочковыми экстрасистолами, возникновением фибрилляции желудочков.

Нехватка магния также сопровождается отклонениями в системе кровообращения вплоть до кардиомиопатии, эклампсии во время беременности; развитии пороков сердца и сосудов у новорожденных. Недостаток кремния повышает риск развития инфаркта миокарда. Недостаточность меди увеличивает риск ишемической болезни сердца, приводит к образованию аневризм стенок кровеносных сосудов, кардиопатии. Уменьшение в организме селена проявляется гипертонией, ишемической болезнью сердца; болезнью Кешана (кардиомиопатией). Нехватка ряда других элементов вызывает колебания артериального давления, частоты сердечных сокращений, аритмии, боли в сердце, проблемы с перикардом.

Для нормального функционирования системы кровообращения необходимый набор химических элементов может быть получен при разнообразном рационе питания, включающем достаточное количество поваренной соли, овощей, фруктов, круп, семян, орехов, бобовых, кукурузы; молочных, мясных и рыбных продуктов.

Таблица 64. Влияние нехватки химических элементов на сердечно-сосудистую систему

Недостающий химический элемент	Нарушения в сердечно-сосудистой системе	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	снижение артериального давления	недостаточное поступление с пищей или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Соленая рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла
Калий	повышение величины артериального давления, обменные и функциональные нарушения в миокарде, появление сердечных приступов, сердечная недостаточность, нарушение сердечного ритма, желудочковые экстрасистолы, опасные возникновением фибрилляции желудочков	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Кальций	на ЭКГ увеличение интервала QT за счет сегмента ST, опасному возникновением желудочковой тахикардии вплоть до фибрилляции желудочков сердца	недостаток кальция в пищевом рационе, нарушение его всасывания в кишечном тракте или гормональные расстройства	Орехи, семена, молочные продукты, рыбные консервы, зелень
Фосфор	сердечные боли; дистрофические изменения миокарда; снижение артериального давления и минутного объема кровообращения; при сывороточном фосфоре ниже 10 мг/л может возникнуть остановка кровообращения	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, животные субпродукты, семена, орехи, бобовые

Магний	сердцебиение, тахикардия; сильная, пронизывающая боль в грудной клетке, изменение артериального давления в любую сторону; развитие нейроциркуляторной дистонии, ишемической болезни сердца; аритмия кардиомиопатия, эклампсия во время беременности; развитие пороков сердца и сосудов у новорожденных	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад, семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз
Сера	тахикардия; артериальная гипертензия	избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; сбои в обмене серосодержащими соединениями.	Индейка, бобовые, мясо, рыба, орехи, курица, яйца, пшеница
Хлор	гипотония или гипертония (в зависимости от индивидуальных особенностей организма и причин, вызвавших эту нехватку)	искусственное вскармливание грудных детей, бессолевая диета и голодание, заболевания обмена веществ, злоупотребление диуретиками и слабительными препаратами	Хлеб, сыр, молочные продукты, почки свиные, рыба, белые грибы, яйцо
Железо	непонятные мигрирующие боли, в области сердца, тахикардия при незначительной физической нагрузке; понижение артериального давления	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, орехи

Кремний	риск развития инфаркта миокарда	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, орехи, семена
Медь	ухудшение деятельности сердечно-сосудистой системы, увеличение риска ишемической болезни сердца, образование аневризм стенок кровеносных сосудов, кардиопатия	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы

Иод	повышение артериального давления; снижение частоты сердечных сокращений до 50–60 ударов в минуту	недостаточное поступления микроэлемента с продукта-ми питания, прием избыточного количества брома, железа, марганца, свинца, кальция, хлора, кобальта, карбоната лития	Морепродукты, рыба, кедровый орех, яйца, молоко, мясо
Селен	гипертония, ишемическая болезнь сердца; болезнь Кешана (кардиомиопатия)	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки, подсолнечника
Никель	проблемы с перикардом	употребление 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао, шоколад, бобовые, крупы, печень говяжья, фисташки
Хром	повышение вероятности возникновения ишемии сердца	недостаточное поступление этого элемента (20 мкг/день и менее).	Пивные дрожжи, рыба, субпродукты, груши, куры

Молибден	тахикардия	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, субпродукты, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Кобальт	вегетососудистые нарушения; аритмия	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица
Серебро	расширение вен и артерий; нарушение работы сердечно-сосудистой системы	причины дефицита серебра в организме изучены недостаточно	Арбузы, тыква, огурцы, укроп, клюква, орехи кедровые, белые грибы, опята, лосось
Золото	гипертония	дефицит золота в организме человека изучен недостаточно	Зерна, листья и стебли кукурузы

Влияние избытка химических элементов на сердечно-сосудистую систему

Избыток некоторых химических элементов также негативно отражается на системе кровообращения. Так, гиперкалиемия сопровождается нарушением ритма сердечных сокращений, фибрилляцией желудочков и асистолией, которая чаще случается в диастоле. При гиперкальциемии возникает предсердная тахикардия или политопная желудочковая экстрасистолия; кальциноз сосудов; уровень кальция выше 18 мг/дл (более 4,5 ммоль/л) может вызвать шок и смерть. Гипермагниемия может вызвать атриовентрикулярную блокаду.

Избыточное поступление в организм железа сопровождается кардиопатией с явлениями аритмии и недостаточности кровообращения. Излишки в организме бария могут проявиться слабостью пульса; брадикардией; экстрасистолией; гипертензией, желудочковой тахи-кардией, фибрилляцией желудочков и асистолией. Чрезмерное количество в организме иода приводит к тахикардии;повышению артериального давления и болям в сердце; миокардиту. Отравление мышьякомпоражает сосуды (эндоангиит), завершаясь кардиогенным шоком. Избыточный кобальт повышает артериальное давление и поражает сердечную мышцу. Поступление в организм чрезмерного количества сурьмы проявляется нитевидным пульсом, расширением кожных капилляров; артериальной гипотонией, тахикардией; коллапсом вследствие паралича кровеносных сосудов; поражением миокарда. Избыток ряда других элементов вызывает колебания артериального давления и частоты сердечных сокращений, нарушение сердечного ритма, боли в сердце, повреждение сосудов.

Причинами избытка химических элементов в организме может быть избыточное потребление их с пищей, водой и вдыхаемым воздухом; поступление их в кровоток из повреждённых тканей; прием лекарственных средств, содержащих эти элементы; снижение выделения из организма; под действием некоторых препаратов и микроэлементов, вредные привычки, производственные вредности, экологические загрязнения.

Таблица 65. Влияние избытка химических элементов на сердечно-сосудистую систему

Избыточный химический элемент	Нарушения в сердечно-сосудистой системе	Причины избытка химического элемента
Натрий	повышение артериального давления	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли
Калий	нарушение ритма сердечных сокращений, фибрилляция желудочков и асистолия, которая чаще случается в диастоле	распад клеток, с чрезмерным высвобождением калия из них, уменьшение экскреции калия почками при любой почечной патологии, введение препаратов калия, прием лекарственных средств

Кальций	повышение артериального давления; на ЭКГ отмечается укорочение интервала QT за счет сегмента ST с присоединением в дальнейшем предсердной тахикардии или политопной желудочковой экстрасистолии; кальциноз сосудов; гиперкальциемия более 18 мг/дл (более 4,5 ммоль/л) может вызвать шок и смерть	гиперпаратиреоз, повышенная костная резорбция, повышенная почечная резорбция или сниженная секреция, повышенное всасывание в кишечнике
Фосфор	учащенное сердцебиение	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами
Магний	снижение тонуса гладких мышц сосудов и частоты сердечных сокращений, сопровождающееся артериальной гипотензией; изменения на ЭКГ: удлинение интервала P-R или Q-T, комплекса QRS, атриовентрикулярная блокада	избыточное использование препаратов, богатых магнием, болезнь Аддисона, гипотермия, обезвоживание; надпочечниковая недостаточность; рабдомиолиз; приём: ацетилсалициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития

Железо	накопление и отложение железа в сердце; снижение артериального давления; кардиопатия с явлениями аритмии и недостаточности кровообращения	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Рубидий	аритмия	работа в стекольной, химической и электронной промышленности, рубидий может в больших количествах поступать в организм с пищей и водой – это зависит от геологических особенностей местности
Свинец	повышение артериального давления	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Кадмий	повышение артериального давления; увеличение возможности развития сердечно-сосудистых заболеваний	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Барий	слабость пульса; брадикардия; экстрасистолия; гипертензия, желудочковая тахикардия, фибрилляция желудочков и асистолия	употребление овощей и фруктов, выращенных в районе с повышенным содержанием бария в почве
Иод	тахикардия; повышение артериального давления и боли в сердце; миокардит	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений

Селен	снижение артериального давления; развитие атонии	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	сердечная недостаточность, тахикардия, скачки артериального давления	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Мышьяк	поражение сосудов (эндоангиит); кардиогенный шок	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Ртуть	тахикардия	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов

Кобальт	повышение артериального давления; поражение сердечной мышцы	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина В ₁₂
Сурьма	нитевидный пульс, расширение кожных капилляров; артериальная гипотония, тахикардия; коллапс вследствие паралича кровеносных сосудов; поражение миокарда	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Серебро	снижение артериального давления	работа, связанная с добычей или обработкой руды
Соединения ниобия	боли в сердце	работа с комплексными соединениями ниобия
Цирконий	боли в сердце	работа в литейной, машиностроительной и атомной промышленности; использование циркониевых браслетов
Теллур	тахикардия; ощущение давления за грудиной; выраженная вегето-сосудистая реакция, усиленный дермографизм, изменения ЭКГ	работа в металлургическом производстве
Висмут	аритмия, изменение артериального давления	длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с больными почками

Таллий	умеренная гипертензия, тахикардия, боли в сердце, перебои в работе сердца	работа на производствах обжига пирита, плавления руд (сульфидные руды, богатые калием минералы), сжигания угля, получения полупроводников, цемента, специального стекла с добавками таллия; контакт с химикатами, предназначенными для борьбы с грызунами, – родентициды (сульфаты таллия)
Индий	боль в области сердца	работа на производстве \ полупроводниковой техники, припоев, сплавов; индиевых покрытий применяемых для изготовления зеркал и рефлекторов; антикоррозионных покрытий, используемых в металлургической, приборостроительной, стекольной промышленности, в электронике (изготовление диодов, транзисторов, лазеров, электропроводящих покрытий), в атомной технике
Ванадий	повреждение сосудов	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Радий	изменение в сердечно-сосудистой системе	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние на сердечно-сосудистую систему нарушения минерального обмена

Система кровообращения подвержена влиянию нехватки 18 и избытка 26 химических элементов. Например, учащенное сердцебиение провоци-

руется недостатком 5 элементов, а также излишком 8 веществ. Снижает частоту сердечных сокращений нехватка иода, а также избыток магния, бария. Подобным образом вызываются и другие неполадки в сердечно-сосудистой системе.

Наиболее серьёзные осложнения могут быть вызваны отклонениями содержания химических элементов в ту или иную сторону. Так, боли в сердце вызывает снижение содержания фосфора, магния и железа, а также повышение уровня иода, циркония, теллура, таллия, индия и соединений ниобия. Дистрофические изменения миокарда наблюдаются при гипокалиемии, гипوماгнемии, гипофосфатемии и нехватке селена, а так же при избытке железа, кобальта, сурьмы.

Сердечная недостаточность проявляется при недостатке калия, магния, фосфора, меди и при повышении уровня никеля, мышьяка, сурьмы, радия. Остановка кровообращения бывает при сывороточном фосфоре ниже 10 мг/л, а так же при гиперкалиемии, сывороточном кальции более 4,5 ммоль/л и увеличении уровня бария. Кардиомиопатия развивается при гипوماгнемии и снижении содержания селена, а так же возрастании в организме количества железа. Избыток иода, кобальта и сурьмы приводит к миокардиту.

Таблица 66. Влияние на сердечно-сосудистую систему нарушения минерального обмена

Влияние на сердечно-сосудистую систему	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Учащенное сердцебиение	кальций, сера, магний, железо, молибден	кальций, фосфор, иод, никель, ртуть, сурьма, теллур, таллий
Снижение частоты сердечных сокращений	иод	магний, барий
Экстрасистолия	калий	кальций, барий, таллий
Повышение артериального давления	калий, сера, магний, иод	кальций, натрий, свинец, кадмий, барий, никель, кобальт
Снижение артериального давления	фосфор, натрий, железо, хлор	магний, железо, селен, мышьяк, литий, сурьма, серебро
Боли в сердце	фосфор, магний, железо	иод, цирконий, теллур, таллий, индий, соединения ниобия

Дистрофические изменения миокарда	калий, магний, фосфор, селен	
Сердечная недостаточность	калий, магний, фосфор, медь	никель, мышьяк, сурьма, радий
Фибрилляция желудочков	калий, кальций	калий, барий
Остановка кровообращения	сывороточный фосфор ниже 10 мг/л,	калий, сывороточный кальций более 4,5 ммоль/л, барий
Повышение вероятности возникновения ишемической болезни сердца	магний, медь, селен, хром	
Кардиомиопатия	магний, селен	железо
Миокардит		иод, кобальт, сурьма
Развитие пороков сердца и сосудов у новорожденных	магний	
Повышенная хрупкость сосудов	кремний	
Эндоангиит		мышьяк, ванадий
Расширение кожных капилляров		при избытке сурьмы.
Расширение вен и артерий	серебро	
Образование аневризм стенок кровеносных сосудов	медь	
Проблемы с перикардом	никель	

2.9. Атеросклероз

Изменение содержания в организме некоторых химических элементов оказывает существенное влияние на обмен атерогенных липидов. Так, гипомagneмии сопутствует гиперлипидемия с признаками атеросклероза с детского возраста. Недостаток меди приводит к повышению риска развития атеросклероза и ишемической болезни серд-

ца. При дефиците иода повышается уровень холестерина в крови. Нехватка селена приводит к повышению риска развития атеросклероза. При малом количестве хрома возникает повышение уровня триглицеридов и холестерина в плазме крови с развитием симптоматики атеросклероза.

При недостаточное поступление с продуктами питания марганца наблюдается высокий уровень холестерина в крови. Снижение содержания в организме серебра также приводит к повышению уровня холестерина в крови. Уменьшение в организме количества золота и ванадия повышает риск развития атеросклероза.

К причинам нехватки названных химических элементов относятся: недостаточное поступление с пищей и водой; снижениевсасывания из кишечника; потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; отрицательное влияние антагонистов данных элементов; алкоголизм; увеличенная потеря через желудочно-кишечный тракти через почки.

Таблица 67. Влияние нехватки химических элементов на течение атеросклероза

Недостающий химический элемент	Влияние на проявление атеросклероза	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Магний	гиперлипидемия; признаки атеросклероза с детского возраста	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракти через почки, снижение всасывания магния из кишечника	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз
Медь	повышение риска развития атеросклероза и ишемической болезни сердца	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях нестероидных противовоспалительных средств, кортико-стероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы

Иод	повышение уровня холестерина в крови	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России.	Морская капуста, морская и пресноводная рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые
Селен	повышение риска развития атеросклероза	слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; алкоголизм	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Хром	повышение уровня триглицеридов и холестерина в плазме крови; развитие симптоматики атеросклероза	недостаточное поступление этого элемента (20 мкг/день и менее).	Пивные дрожжи, рыба, субпродукты, груши, куры
Марганец	высокий уровень холестерина в крови	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый орех, овёс, фундук, рис
Серебро	повышение уровня холестерина в крови	причины дефицита серебра в организме изучены недостаточно	Арбуз, тыква, огурцы, укроп, клюква, орехи кедровые, белые грибы, опята, лосось
Золото	повышение риска развития атеросклероза	дефицит золота в организме человека изучен недостаточно	Зерна, листья и стебли кукурузы

Ванадий	повышение риска развития атеросклероза	нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ	Крупы, бобовые, фисташки, картофель
---------	--	---	-------------------------------------

Влияние избытка химических элементов на течение атеросклероза

Избыток в организме железа, меди или свинца увеличивает риск развития атеросклероза. Причинами избытка этих металлов могут быть как производственные вредности, так длительное употребление препаратов, содержащих эти элементы, использование посуды из этих металлов, алкоголизм.

Таблица 68. Влияние избытка химических элементов на течение атеросклероза

Избыточный химический элемент	Влияние на проявление атеросклероза	Причины избытка химического элемента
Железо	увеличение вероятности возникновения атеросклероза	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Медь	увеличение риска развития атеросклероза	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Свинец	увеличение риска развития атеросклероза	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками

Влияние на течение атеросклероза нарушения минерального обмена

На развитие атеросклеротических проявлений в организме влияет нехватка 9, а также избыток 3 химических элементов. Повышению уровня холестерина в крови способствует недостаток иода и хрома. Гиперлипидемия с детского возраста возникает при нехватке магния, а к повышенному содержанию триглицеридов в плазме крови приводит недостаточность хрома.

Таблица 69. Влияние на течение атеросклероза нарушения минерального обмена

Влияние на течение атеросклероза	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Риск возникновения атеросклероза	магний, медь, селен, хром, иод, марганец, серебро, золото, ванадий	железо, свинец, медь
Повышение уровня холестерина в крови	иод, хром	
Гиперлипидемия с детского возраста	магний	
Повышенное содержание триглицеридов в плазме крови	хром	

2.10. Система гемостаза

Нехватка в рационе питания некоторых химических элементов проявляется различными нарушениями гемостаза. Так, недостаток в организме кремния приводит к долго не проходящим синякам от малейшей травмы и сосудистым звёздочкам на ногах. Дефицит меди вызывает кровотечения, а недостаточное содержание в организме кобальта может вызвать кровоточивость десен.

Причинами нехватки в организме этих химических элементов могут быть: недостаточное поступление с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена этих элементов; нервные и физические перегрузки; антагонистическое влияние некоторых продуктов питания, медикаментов и химических элементов; алкоголизм.

Разнообразный рацион питания, включающий, зерновые, бобовые, овощи, крупы, орехи, рыбу, мясо и птицу, позволяет восполнить в организме эти химические элементы и предупредить вышеперечисленные геморагические осложнения.

**Таблица 70. Влияние нехватки химических элементов
на систему гемостаза**

Недостающий химический элемент	Влияние на систему гемостаза	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Кремний	долго не проходящие синяки от малейшей травмы; сосудистые звёздочки на ногах	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, орехи, семена, морковь
Медь	кровотечения	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях нестероидных противовоспалительных средств, кортико-стероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говядины, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы
Кобальт	кровоточивость десен	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица

Влияние избытка химических элементов на систему гемостаза

Избыток в организме отдельных химических элементов также приводит к нарушениям гемостаза. Чрезмерное количество фосфора повышает риск кровоизлияний и кровотечений. Избыток брома сопровождается носовыми кровотечениями. Передозировка церия¹⁴⁴ становится причиной

геморрагического синдрома. Избыточное количество селена вызывает усиление проницаемости капиллярных стенок. Излишек никеля может привести к носовым кровотечениям.

Причинами избытка в организме этих химических элементов могут быть производственные вредности; продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с этими элементами; интенсивное курение; острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии.

Таблица 71. Влияние избытка химических элементов на систему гемостаза

Избыточный химический элемент	Влияние на систему гемостаза	Причины избытка химического элемента
Фосфор	риск кровоизлияния и кровотечения	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами
Бром	носовые кровотечения	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола или Валокардина
Церий ¹⁴⁴	геморрагический синдром	использование Се ¹⁴⁴ в качестве аппликатора, заражение при ядерных взрывах

Селен	усиление проницаемости капиллярных стенок.	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	носовые кровотечения	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение

Влияние на систему гемостаза нарушения минерального обмена

Существенное влияние на систему гемостаза оказывает нехватка 3, а также избыток 5 химических элементов. Кровоизлияния и кровотечения провоцируют недостаток в организме меди и кремния, также как излишки фосфора и церия¹⁴⁴. Носовые кровотечения могут возникнуть при избытке брома и никеля. Кровоточивость десен возникает при нехватке кобальта, а к усилению проницаемости капиллярных стенок приводит недостаточность кремния и чрезмерное количество селена.

Таблица 72. Влияние на систему гемостаза нарушения минерального обмена

Влияние на систему гемостаза	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Кровоизлияния и кровотечения	медь, кремний	фосфор, церий ¹⁴⁴
Носовые кровотечения		бром, никель
Кровоточивость десен	кобальт	
Усиление проницаемости капиллярных стенок	кремний	селен

2.11. Кровь и кроветворение

Недостаток в организме ряда химических элементов приводит к снижению уровня гемоглобина крови.

К примеру, нехватка магния вызывает анемию вследствие разрушения эритроцитов. Неполное содержание в организме железа сопровождается

гипохромной (железодефицитной) анемией. Без фтора организм плохо усваивает железо, поэтому также развивается железодефицитная анемия. Недостаточное количество таких элементов, как цинк, бром, никель, марганец, мышьяк, кобальт, также становится причиной анемии. Отсутствие в организме должного уровня меди приводит к нарушению процессов кроветворения, развитию микроцитарной гипохромной анемии; понижению количества лейкоцитов и нейтрофилов в крови. Недостаток бора вызывает гиперхромную анемию и тромбоцитопению.

Причины нехватки этих химических элементов: недостаточное поступление в организм; проживание в местностях, где их содержание в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря); снижение всасывания из кишечника; нарушения их обмена; увеличенная потеря через желудочно-кишечный тракт через почки; послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм отдельных продуктов питания, препаратов, химических элементов, затрудняющих усвоение или вызывающих их удаление; алкоголизм, вегетарианство.

Пополнение организма необходимыми для кроветворения химическими элементами достигается полноценным питанием с включением в рацион: семян, орехов, круп, бобовых, рыбы, мяса.

Таблица 73. Влияние нехватки химических элементов на кровь и кроветворение

Недостающий химический элемент	Влияние на кровь и кроветворение	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Магний	анемия (вследствие разрушения эритроцитов)	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад, семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз

Железо	гипохромная (железодефицитная) анемия	неполное возмещени- еповышенных потреб- ностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологи- ческих или патологиче- ских кровопотерь	Кровь, субпродук- ты, рыба, мясо, грибы, орехи
Фтор	железодефицитная анемия (без фтора организм плохо усваивает железо)	недостаточное посту- пление в организм; на- рушения обмена фтора	Чай, море- продукты, раки, мясо, птица, мёд, миндаль
Цинк	анемия	послеоперационные состояния, парен- теральное питание, ожоги, чрезмерное по- ступление в организм эстрогенов, кортикосте- роидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетари- анство – потребление большого количества фитата является факто- ром риска для развития дефицита цинка	Свекла, мор- ковь, живот- ные субпро- дукты, мясо, семена, орехи
Бром	снижение уровня гемоглобина в крови	малое употребление в пищу растительных продуктов, или про- живание в местностях, где содержание брома в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря)	Морская ка- пуста, креветки, треска, пшеница, грецкие орехи, арахис, миндаль, фундук

Медь	нарушение процессов кроветворения, развитие микроцитарной гипохромной анемии; понижение количества лейкоцитов и нейтрофилов в крови	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортико-стероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы
Бор	изменение в составе крови (гиперхромная анемия и тромбоцитопения)	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь
Никель	снижение уровня гемоглобина и гематокрита	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, крупы, яблоки, груши
Марганец	анемия	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый орех, овёс, фундук, рис

Мышьяк	анемия	недостаточное поступление мышьяка (1 мкг/день и менее)	Вина, рыба, ракообразные, томат, овощи, пшеница, картофель
Кобальт	анемия	недостаточное поступление (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица

Влияние избытка химических элементов на кровь и кроветворение

Значительное число химических элементов токсически влияют на систему кроветворения. Так, гиперфосфатемия и высокий уровень молибдена приводят к лейкопении и анемии; избыток серы, олова, бора, селена, циркония, ванадия вызывают анемию. Накопление стронция⁹⁰ в костях поражает костный мозг, нарушает его кроветворную функцию, вызывает лучевую болезнь, в тысячи раз увеличивая риск развития лейкоза. Интоксикация свинцом проявляется ретикулоцитозом и анемией. Избыток меди может вызвать гемолиз эритроцитов и анемию. Излишний алюминий снижает гемоглобин и уменьшает число эритроцитов в крови.

Переизбыток кадмия проявляется анемией, связанная со снижением всасывания железа в кишечнике и с лизисом эритроцитов. Критическое количество радиоактивного цезия¹⁴⁴ вызывает панмиелофтиз. Наличие излишнего никеля приводит к изменениям в кроветворении и анемии. Отравление мышьяком сопровождается внутрисосудистым гемолизом; поражением костного мозга, лейкемией. Избыток в организме ртути приводит к лейкопении; гемолизу эритроцитов, нарушению кроветворения и, как следствие, к тяжелой анемии.

Чрезмерное количество в организме кобальта приводит к повышению уровня эритроцитов в крови; нарушению активности клеток костного мозга. Интоксикация сурьмой вызывает анемию; увеличение селезенки, появление метамиелоцитов и моноцитов в крови. Повышение содержания теллура нарушает кроветворение. Отравление таллием проявляется тромбоцитопенией, анемией, гемолизом, мегакариоцитозом. Избыток золота приводит к гипоплазии костного мозга; панцитопении (лейкопении, тромбоцитопении). Повышение содержания в организме урана вызывает нарушение кроветворения. Поражение радием приводит к макроцитарной гипохромной анемии, лейкопении, тромбоцитопении; патологии костного мозга; развитию очагов экстрамедулярного кроветворения в селезенке и печени.

Причинами избытка этих химических элементов могут быть производственные вредности, нарушение их выведения из организма, поступление из повреждённых клеток, избыточное воздействие некоторых препаратов и антагонистов.

Таблица 74. Влияние избытка химических элементов на кровь и кроветворение

Избыточный химический элемент	Влияние на кровь и кроветворение	Причины избытка химического элемента
Фосфор	лейкопения и анемия	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами
Сера	анемией	опасна не чистая сера, а её соединения: серо-водород, который намного ядовитее даже сини-льной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Стронций ⁹⁰	накопление его в костях и поражение костного мозга, что нарушает кроветворную функцию, вызывает лучевую болезнь, в тысячи раз увеличивает риск развития лейкоза	корнеплоды и зеленые части растений с сельскохозяйственных угодий, зараженных радиоактивным стронцием
Свинец	ретикулоцитоз и анемия	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками

Медь	гемолиз эритроцитов и анемия	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Алюминий	снижение гемоглобина и уменьшение числа эритроцитов в крови	работа на производстве с различными соединениями алюминия, проживание в местах с повышенным его содержанием, использование алюминиевой посуды, применение медицинских препаратов и декоративной косметики с алюминием, использование пищи, сохраняемой в металлических банках и фольге
Кадмий	анемия, связанная со снижением всасывания железа в кишечнике и с лизисом эритроцитов	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Церий ¹⁴⁴	панмиелофтиз	проникновение через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и через неповрежденную кожу после ядерных взрывов
Олово	анемия	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы
Бор	анемия	передозировка препаратов бора, повышенное содержание в почве либо в питьевой воде
Селен	анемия	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном

Никель	изменения в кроветворении и анемия	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Мышьяк	внутрисосудистый гемолиз; поражение костного мозга, лейкопения	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Ртуть	лейкопения; гемолиз эритроцитов, нарушение кроветворения и, как следствие, тяжелой анемией	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Молибден	анемия, лейкопения	вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях (изготовление жаропрочных и кислотоустойчивых сплавов, радиоламп, нитей накаливания, в конструкции атомных реакторов); излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь
Кобальт	повышение уровня эритроцитов в крови; нарушение активности клеток костного мозга	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина B ₁₂
Сурьма	анемия; увеличение селезенки, появление метамеллоцитов и моноцитов крови; снижение содержания α1 и α2 фракций альбуминов и γ – глобулинов крови	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза

Цирконий	понижение гемоглобина; эритропения	работа в литейной, машиностроительной и атомной промышленности; использование циркониевых браслетов
Теллур	нарушение кроветворения	работа в металлургическом производстве
Таллий	тромбоцитопения, анемия, гемолиз, мегакариоцитоз	работа на производствах обжига пирита, плавления руд (сульфидные руды, богатые калием минералы), сжигания угля, получения полупроводников, цемента, специального стекла с добавками таллия; контакт с химикатами, предназначенными для борьбы с грызунами, – родентициды (сульфаты таллия)
Золото	гипоплазия костного мозга; панцитопения (лейкопения, тромбоцитопения)	передозировка золотосодержащих противоревматических средств
Ванадий	анемия	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Уран	нарушение кроветворения	работа на добыче и переработке урановых руд
Радий	макроцитарная гипохромная анемия, лейкопения, тромбоцитопения; патология костного мозга; развитие очагов экстрамедулярного кроветворения в селезенке и печени	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние на кровь и кроветворение нарушения минерального обмена

На кровь и кроветворение влияет нехватка в организме 11, а также избыток 24 химических элементов. Гемолиз может вызвать гипомagneмия или переизбыток меди, мышьяка, ртути, таллия. Наиболее частым осложнением нарушения минерального обмена является анемия, которая возникает от недостатка 11 и излишка 23 элементов. Лейкопения является при дефиците меди, также при чрезмерном уровне той же ме-

ди, фосфора, ртути, молибдена, золота. Тромбоцитопению провоцирует снижение уровня бора или повышения содержания в организме таллия и золота. К панмиелофтизу приводит избыточное количество радиоактивных элементов: стронция⁹⁰, церия¹⁴⁴, урана и радия. Лейкемию может вызвать отравление мышьяком. Снижение содержания α_1 и α_2 фракций альбуминов и γ – глобулинов крови возникает при интоксикации сурьмой.

Таблица 75. Влияние на кровь и кроветворение нарушения минерального обмена

Влияние на кровь и кроветворение	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Гемолиз	магний	медь, мышьяк, ртуть, таллий
Анемия	железо, фтор, магний, цинк, бром, медь, бор, никель, марганец, мышьяк, кобальт	фосфор, сера, стронций ⁹⁰ , свинец, медь, алюминий, кадмий, церий ¹⁴⁴ , олово, бор, селен, никель, мышьяк, ртуть, молибден, сурьма, цирконий, теллур, таллий, золото, ванадий, уран, радий
Лейкопения	медь	фосфор, ртуть, молибден, золото
Тромбоцитопения	бор	таллий, золото
Панмиелофтиз		стронций ⁹⁰ , церий ¹⁴⁴ , уран, радий
Лейкемия		мышьяк
Снижение содержания α_1 и α_2 фракций альбуминов и γ – глобулинов крови		сурьма

2.12. Пищеварительная система

Пищеварительная система чрезвычайно чувствительна к изменению уровня многих химических элементов. Так, недостаток натрия вызывает потерю аппетита и ощущения вкуса пищи; тошноту, рвоту, повышенное газообразование, желудочные спазмы. Подобные нарушения происходят при гипохлоремии: ухудшение или полная потеря аппетита; обезвоживание с тошнотой, сухостью во рту и рвотой; запоры. Гипокалиемия сопровождается тошно-

той и рвотой, сильной жаждой, эрозивным гастритом, язвенной болезнью, вздутием живота, снижением аппетита, метеоризмом, возможен парез кишечника, формирующий кишечную непроходимость.

Гипомагниемия проявляется снижением аппетита, тошнотой, рвотой; острыми, спазматическими болями в желудке, нередко сопровождающимися поносом; хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Гипофосфатемия также приводит к отсутствию аппетита. Недостаток серы сопровождается запорами. При нехватке в организме железа возникает геофагия (извращения в питании, в особенности у детей младшего возраста, которые могут употреблять почву, мел, песок); изменение вкусовых ощущений и характера поверхности языка: сухость слизистой оболочки, повреждение покровного эпителия ротовой полости и желудка; ухудшение аппетита, отрыжка, затруднения при глотании, запоры, метеоризм, дискомфорт в области эпигастрия.

Недостаток цинка проявляется потерей вкусовых ощущений, язвами ротовой полости; снижением аппетита, уменьшением массы тела, исхуданием. Уменьшение в организме кремния приводит к снижению аппетита; запорам или поносам; дисбактериозу. Нехватка рубидия может сопровождаться отсутствием или снижением аппетита. Недостаточный уровень брома приводит к снижению кислотности желудочного сока. Пониженный уровень меди вызывает диарею.

При нехватке олова снижается аппетит и как следствие теряется масса тела. Недостаток иода проявляется хроническими запорами. На снижение уровня марганца организм реагирует рвотой. На уменьшение цезия организм реагирует снижением аппетита. В случае понижения уровня молибдена возможны тошнота, рвота; повышение риска развития рака пищевода. Нехватка германия нарушает работу желудочно-кишечного тракта. Недостаток кобальта проявляется бледностью языка; тошнотой; потерей аппетита; атрофией слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта.

К причинам нехватки этих химических элементов относят: недостаточное поступление пищи или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт под воздействием некоторых пищевых продуктов, препаратов и некоторых химических элементов; голодание; вегетарианство; алкоголизм; проживание в местностях, где содержание этих элементов в окружающей среде низкое; нахождение на парентеральном питании.

Источниками недостающих для нормального функционирования системы пищеварения химических элементов являются: поваренная соль; бобовые, семена, орехи, крупы, овощи, фрукты, мясо, рыба, птица.

**Таблица 75. Влияние нехватки химических элементов
на пищеварительную систему**

Недостающий химический элемент	Влияние на пищеварительную систему	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	потеря аппетита и ощущения вкуса пищи; тошнота, рвота, повышенное газообразование, желудочные спазмы	недостаточное поступление с пищей или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла
Хлор	ухудшение или полная потеря аппетита; обезвоживание с тошнотой, сухостью во рту и рвотой; запоры	дефицит в рационе поваренной соли или чрезмерной её потери	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла
Калий	тошнота и рвота, сильная жажда, эрозивный гастрит, язвенная болезнь, вздутие живота, снижение аппетита, метеоризм, возможен парез кишечника, формирующий кишечную непроходимость	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Магний	снижение аппетита, тошнота, рвота; острые, спазматические боли в желудке, нередко сопровождающиеся поносом; хронические заболевания желудочно-кишечного тракта	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз

Фосфор	отсутствие аппетита	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделении фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, животные субпродукты, семена, орехи, бобовые
Сера	запоры	избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; сбои в обмене серосодержащими соединениями	Индейка, бобовые, мясо, рыба, орехи, курица, яйца, пшеница
Железо	геофагия (извращения в питании, в особенности у детей младшего возраста, которые могут употреблять почву, мел, песок); изменение вкусовых ощущений и характера поверхности языка: сухость слизистой оболочки, повреждение покровного эпителия ротовой полости и желудка; ухудшение аппетита, отрыжка, затруднения при глотании, запоры, метеоризм, дискомфорт в области эпигастрия	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, орехи

Цинк	потеря вкусовых ощущений, язвы ротовой полости; снижение аппетита, уменьшение массы тела, исхудание	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, животные субпродукты, мясо, семена, орехи
Кремний	снижение аппетита; запоры или поносы; дисбактериоз	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки.	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, орехи, семена
Рубидий	отсутствие или снижение аппетита	слишком малое поступление этого микроэлемента с продуктами питания	Картофель, лук репчатый, свекла, томаты, виноград кишмиш
Бром	снижение кислотности желудочного сока	малое употребление в пищу растительных продуктов, или проживание в местностях, где содержание брома в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря)	Морская капуста, креветки, треска, пшеница, грецкие орехи, арахис, миндаль, фундук

Медь	диарея	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заблевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говядины, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы
Олово	снижение аппетита и как следствие потеря массы тела	недостаточное поступление с продуктами питания	Мясо, фисташки, сдоба, сухарики, кукуруза, рожь, зелёный горошек
Иод	хронические запоры	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России.	Морская капуста, морская и пресноводная рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые
Марганец	рвота	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый орех, овёс, фундук, рис

Цезий	снижение аппетита	недостаточное поступление с продуктами питания	злаковые, свёкла, морковь, картофель, репа, яблоки, апельсины
Молибден	тошнота, рвота; повышение риска развития рака пищевода	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, субпродукты, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Германий	нарушение работы желудочно-кишечного тракта	недостаточное поступление германия в организм	Чеснок, отруби, перловая крупа, бобы, белые грибы, семена подсолнуха и тыквы, морковь, картофель, свекла, томаты, морепродукты, молоко
Кобальт	бледность языка; тошнота; потеря аппетита; атрофия слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица

Влияние избытка химических элементов на пищеварительную систему

Избыток значительного числа химических элементов вызывает различные нарушения в работе пищеварительной системы. К примеру, ги-

пернатриемия сопровождается жаждой. При повышенном уровне хлора возникает сухость во рту; изжога; раздражение слизистой горла; тошнота; диарея; метеоризм. Гиперкалиемия проявляется болями в животе, диареей. При гиперкальциемии усиливается жажда, отсутствует аппетит, возникают тошнота, рвота, боли в животе (развивается язва желудка и 12-перстной кишки), запоры. Гипермагниемия вызывает тошноту и рвоту. При гиперфосфатемии возникает жжение во рту и желудке; тошнота, рвота; отсутствие аппетита; поражение пищеварительного тракта.

Излишек серы проявляется поносом, потерей веса, расстройством пищеварения. Повышение в организме уровня железа вызывает тошноту, рвоту, изжогу, боли в области желудка, запор либо диарею, повреждения слизистой оболочки кишечника; снижение аппетита. Повышенное количество цинка приводит к тошноте, болям в области желудка. Избыток кремния повышает риск возникновения в брюшной полости новообразований злокачественного характера. Увеличение в организме уровня стронция может вызвать дисбактериоз кишечника. Избыток брома сопровождается рвотой; нарушением пищеварения; диареей.

Отравление свинцом приводит к потере аппетита; диспепсии; свинцовым коликам; спастическому запору. Повышенный уровень меди нарушает пищеварение. Излишнее количество алюминия сопровождается потерей аппетита; неадекватной выработкой слюнных ферментов, дисфункцией желудка и кишечника; запорами. Превышение уровня бария вызывает жжение во рту и пищеводе; обильное слюноотделение, тошноту, нарушение акта глотания; рвоту; болезненность брюшной стенки, кишечные колики; диарею. Излишнее олово становится причиной снижения аппетита; рвоты; диареи; болезненных ощущений в желудке.

Интоксикация иодом сопровождается повышенным слюноотделением; бурым налетом на языке; рвотой, поносом; диспептическими расстройствами. Повышенный уровень селена приводит к потере аппетита; тошноте и рвоте; гастроэнтероколиту; диарее. Увеличение в организме уровня никеля вызывает тошноту, рвоту; проблемы с пищеварением. Излишний марганец ухудшает аппетит. Отравление мышьяком сопровождается металлическим привкусом во рту; стоматитом; рвотой, поносом; сильными болями в животе; поражением желудочно-кишечного тракта.

Избыток в организме лития проявляется сухостью во рту, жаждой; частой рвотой; диареей. Интоксикация ртутью вызывает стоматит, гингивит; язвы, отеки и эрозии слизистой оболочки полости рта; тошноту; язвенно-некротический гастроэнтерит, гастралгию, колики в животе, понос; язвы и некроз стенок толстого кишечника. Отравление сурьмой приводит к снижению аппетита; металлическому привкусу во рту; воспалению слизистой ротовой полости; обильному слюнотечению; тошноте; безудерж-

ной рвоте; диарее; острым болям в животе; при внутреннем попадании препаратов сурьмы развивается острый гастроэнтерит; геморрагический гастрит, язвенные поражения желудка и кишечника.

Повышение в организме уровня серебра приводит к тошноте, рвоте, гастриту, диарее. Избыток в организме соединений ниобия вызывает резкие боли в животе. При отравлении теллуром возникает поражение желудочно-кишечный тракта; потеря аппетита; сухость и металлический вкус во рту, тошнота; рвота; темная окраска языка. Излишнее количество висмута сопровождается потерей аппетита; слюнотечением, тошнотой, рвотой, стоматитом; фарингитом, затруднением глотания, острыми болями в животе, метеоризмом, диареей.

Интоксикация галлием приводит к саливации; тошноте; рвоте; стоматиту; анорексии, диарее, гастроэнтероколиту, кишечным кровотечениям; болям в животе, непроходимости кишечника. Избыток индия может вызвать желудочно-кишечные расстройства. Передозировка золотосодержащих противоревматических средств проявляется металлическим вкусом во рту; слюнотечением; рвотой; коликообразными болями в кишечнике, поносом. Избыток ванадия сопровождается тошнотой; потерей аппетита; зеленым налетом на языке; диареей. Повышение в организме уровня радия вызывает изменения в желудочно-кишечном тракте.

Причинами избытка этих химических элементов может быть чрезмерное поступление с пищей и водой, высвобождение из распадающихся клеток, проживание в местности с повышенным содержанием этих элементов; использование посуды для приготовления и упаковки продуктов с этими элементами; гормональные расстройства; действие некоторых медицинских препаратов; профессиональные вредности; экологические загрязнения; злоупотребление алкоголем.

Таблица 76. Влияние избытка химических элементов на пищеварительную систему

Избыточный химический элемент	Влияние на пищеварительную систему	Причины избытка химического элемента
Натрий	жажда	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с почками и надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс

Хлор	сухость во рту; изжога; раздражение слизистой горла; тошнота; диарея; метеоризм	чрезмерное употребление соленых продуктов, различные нарушения обмена веществ, заболевания сердечно-сосудистой системы и почек
Калий	боли в животе, диарея	распад клеток, с чрезмерным высвобождением калия из них, уменьшение экскреции калия почками при любой почечной патологии, введение препаратов калия, прием лекарственных средств
Кальций	усиление жажды, отсутствие аппетита, тошнота, рвота, боли в животе (развивается язва желудка и 12-перстной кишки), запоры	гиперпаратиреоз, повышенная костная резорбция, повышенная почечная резорбция или сниженная секреция, повышенное всасывание в кишечнике
Магний	тошнота, рвота	избыточное использование магнийсодержащих препаратов, болезнь Аддисона, гипотермия, обезвоживание; надпочечниковая недостаточность; рабдомиолиз; приём: ацетилсалициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития
Фосфор	жжение во рту и желудке; тошнота, рвота; отсутствие аппетита; поражение пищеварительного тракта	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами

Сера	понос, потеря веса, расстройство пищеварения	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Железо	тошнота, рвота, изжога, боли в области желудка, запор либо диарея, повреждение слизистой оболочки кишечника; снижение аппетита	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание,
Цинк	тошнота, боли в области желудка	чрезмерное поступление цинка в организм в условиях производства; неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази; нарушение цинкового обмена
Кремний	новообразования злокачественного характера в брюшной полости	систематическое вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния в высоких концентрациях при профессиональной деятельности, связанной с добывающей промышленностью, контактами с цементом, асбестом, стеклом, аэрозолями, кварцем; избыточное поступление кремния в организм с пищей; нарушение регуляции обмена кремния
Стронций	дисбактериоз кишечника	корнеплоды и зеленые части растений с сельскохозяйственных угодий, зараженных радиоактивным стронцием
Бром	рвота; нарушение пищеварения; диарея	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола или Валокордина

Свинец	потеря аппетита; диспепсия; свинцовые колики; спастический запор	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Медь	нарушения пищеварения	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Алюминий	потеря аппетита; неадекватная выработка слюнных ферментов, дисфункция желудка и кишечника; запоры	работа на производстве с различными соединениями алюминия, проживание в местах с повышенным его содержанием, использование алюминиевой посуды, применение медицинских препаратов и декоративной косметики с алюминием, использование пищи, сохраняемой в металлических банках и фольге
Барий	жжение во рту и пищеводе; обильное слюноотделение, тошнота, нарушение акта глотания; рвота; болезненность брюшной стенки, кишечные коликами; диарея	употребление овощей и фруктов, выращенных в районе с повышенным содержанием бария в почве
Олово	снижение аппетита; рвота; диарея; болезненные ощущения в желудке	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы
Иод	повышенное слюноотделение; бурый налет на языке; рвота, понос; диспептические расстройства	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений

Селен	потеря аппетита; тошнота и рвота; гастроэнтероколит; диарея	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, металлургической, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	тошнота, рвота; проблемы с пищеварением	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Марганец	ухудшение аппетита	работа на сталеплавильных и нефтеперерабатывающих заводах, станциях электротехники, шахтах по добыче минеральных руд, сварных производствах; экологическое загрязнение воды
Мышьяк	металлический привкус во рту; стоматит; рвота, понос; сильные боли в животе; поражение желудочно-кишечного тракта	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Литий	сухость во рту, жажда; частая рвота; диарея	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклотехнологической промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов психиатрии
Ртуть	стоматит, гингивит; язвы, отеки и эрозии слизистой оболочки полости рта; тошнота; язвенно-некротический гастроэнтерит, гастралгия, колики в животе, понос; язва и некроз стенок толстого кишечника	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов

Сурьма	снижение аппетита; металлический привкус во рту; воспаление слизистой ротовой полости; обильное слюноотечение; тошнота; безудержная рвота; диарея; острые боли в животе; при внутреннем попадании препаратов сурьмы развивается острый гастроэнтерит; геморрагический гастрит, язвенные поражения желудка и кишечника	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Серебро	тошнота, рвота, гастрит, диарея	работа, связанная с добычей или обработкой руды
Соединения ниобия	резкие боли в животе	работа с комплексными соединениями ниобия
Теллур	поражение желудочно-кишечного тракта; потеря аппетита; сухость и металлический вкус во рту, тошнота; рвота; темная окраска языка	работа в металлургическом производстве
Висмут	потеря аппетита; слюнотечение, тошнота, рвота, стоматит; фарингит, затруднение глотания, острые боли в животе, метеоризм, диарея	длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с большими почками

Таллий	саливация; тошнота; рвота; стоматит; анорексия, диарея, гастроэн-тероколит, кишечные кровотечения; боли в животе, непроходимость кишечника	работа на производствах обжига пирита, плавления руд (сульфидные руды, богатые калием минералы), сжигания угля, получения полупроводников, цемента, специального стекла с добавками таллия; контакт с химикатами, предназначенными для борьбы с грызунами, – родентициды (сульфаты таллия)
Индий	желудочно-кишечные расстройства	работа на производстве полупроводниковой техники, припоев, сплавов; индиевых покрытий применяемых для изготовления зеркал и рефлекторов; антикоррозионных покрытий, используемых в металлургической, приборостроительной, стекольной промышленности, в электронике (изготовление диодов, транзисторов, лазеров, электропроводящих покрытий), в атомной технике
Золото	металлический вкус во рту; слюнотечение; рвота; коликообразные боли в кишечнике, понос	передозировка золотосодержащих противоревматических средств
Ванадий	тошнота; потеря аппетита; зеленый налет на языке; диарея	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Радий	изменения в желудочно-кишечном тракте	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние на пищеварение нарушения минерального обмена

На пищеварение влияет нехватка в организме 19, а также избыток 34 химических элементов. Так, потеря вкусовых ощущений бывает при недостатке натрия и цинка, а геофагия или изменение вкусовых ощущений – при нехватке железа. Появление металлического привкуса во рту свойственно избытку мышьяка, теллура и золота. Сухостью во рту наблюдается при гипохлоремии также и при гиперхлоремии, излишках лития и теллура. Усиление жажды возникает при гипокалиемии, а также при гипер-

кальциемии, гипернатриемии и чрезмерном содержании в организме лития. К слюнотечению приводит избыток бария, иода, сурьмы, висмута и золота.

Неадекватную выработку слюнных ферментов вызывает избыточный алюминий. Бурый налет на языке наблюдается при отравлении иодом, темная окраска языка – при избытке теллура, а зелёный налёт – при повышенном уровне в организме ванадия. Стоматит вызывает нехватка железа и цинка, а также избыток мышьяка, ртути, сурьмы, висмута и таллия. Отсутствие аппетита может быть связано с недостаточностью 11 и чрезмерностью 9 химических элементов.

Фарингит с нарушением акта глотания возникает при избытке бария и висмута. Тошноту и рвоту может вызвать недостаток б,а также избыток 18 химических элементов. Изжогу провоцирует излишек фосфора, хлора, железа и барий. Боли в животе может вызвать нехватка магния и избыток 12 химических элементов. Желудочные спазмы возникают при гипонатриемии и гипوماгнииемии. Запоры характерны при недостаточности железа, серы, хлора, кремния и иода, а также при избыточности кальция, свинца и алюминия.

Диарея возникает из-за нехватки магния, кремния и меди, а также при избытке 16 химических элементов. Парез кишечника наступает при гипокалиемии. Кишечная непроходимость может возникнуть при гипокалиемии или отравлении таллием. Метеоризм случается при гипокалиемии, гипонатриемии, нехватке железа и избытке хлора и висмута. Снижение кислотности желудочного сока может произойти при недостатке брома. Гастрит проявляется при гипокалиемии, а также при излишках селена, ртути, сурьмы, серебра и таллия.

Появлению язвы желудка может способствовать гипокалиемия, недостаток железа или гиперкальциемия и отравление сурьмой. Дисбактериоз кишечника может возникнуть при нехватке кремния и избытке стронция. Энтерит возможен при избыточности в организме селена, ртути, сурьмы и таллия. Язва и некроз стенок толстого кишечника может возникнуть при отравлении ртутью. К повреждениям слизистой оболочки кишечника приводит избыточные железо и сурьма. Новообразования злокачественного характера в брюшной полости могут возникнуть при избытке в организме кремния. Повышение риска развития рака пищевода наблюдается при недостатке в организме молибдена.

Таблица 77. Влияние на пищеварение нарушения минерального обмена

Влияние на пищеварение	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Потеря вкусовых ощущений	натрий, цинк	

Геофагия или изменение вкусовых ощущений	железо	
Металлический привкус во рту		мышьяк, теллур, золото
Сухостью во рту	хлор	хлор, литий, теллур
Усиление жажды	калий	кальций, натрий, литий
Слюнотечение		барий, йод, сурьма, висмут, золото
Неадекватная выработка слюнных ферментов		алюминий
Бурый налет на языке		иод
Темная окраска языка		теллур
Зеленый налет на языке		ванадий
Стоматит	железо, цинк	мышьяк, ртуть, сурьма, висмут, таллий
Отсутствие аппетита	калий, натрий, железо, хлор, магний, цинк, кремний, рубидий, олово, цезий, кобальт	кальций, фосфор, свинец, олово, селен, марганец, сурьма, теллур, ванадий
Фарингит с нарушением акта глотания		барий, висмут
Тошнота и рвота	гипокалиемия, натрий, магний, марганец, молибден, кобальт	кальций, фосфор, хлор, магний, железо, цинк, бром, олово, селен, никель, литий, ртуть, сурьма, серебро, теллур, висмут, таллий, ванадий
Изжога:		фосфор, хлор, железо, барий
Боли в животе	магний	калий, кальций, железо, цинк, мышьяк, ртуть, сурьма, висмут, таллий, золото, соединения ниобия
Желудочные спазмы	натрий, магний	
Запоры	железо, сера, хлор, кремний, иод	кальций, свинец, алюминий

Диарея	магний, кремний, медь	калий, сера, хлор, железо, бром, барий, олово, иод, селен, мышьяк, литий, ртуть, сурьма, висмут, золото, ванадий
Парез кишечника	калий	
Кишечная непроходимость	калий	таллий
Метеоризм	калий, натрий, же- лезо	хлор, висмут
Снижение кислотности желудочного сока	бром	
Гастрит	калий	селен, ртуть, сурьма, сере- бро, таллий
Язва желудка	калий, железо	кальций, сурьма
Дисбактериоз кишечника	кремний	стронций
Энтерит		селен, ртуть, сурьма, тал- лий
Язва и некроз стенок тол- стого кишечника		ртуть
Повреждения слизистой оболочки кишечника		железо, сурьма
Новообразования злокачественного характера в брюшной полости		кремний
Повышение риска развития рака пищевода	молибден	

2.13. Печень

Недостаточный уровень некоторых химических элементов приводит к нарушению функционирования печени. Так, гипофосфатемия может вызвать ожирение печени. Нехватка в организме серы нарушает работу печени и желчного пузыря. Низкий уровень селена способствует развитию заболеваний печени. Отсутствие достаточного количества никеля может привести к патологическим изменениям в печени. Нехватка марганца вызывает жировую дистрофию печени. Дефицит в организме золота может привести к заболеваниям печени.

К причинам нехватки в организме этих химических элементов относят: недостаточное их поступление с продуктами питания; слишком частое по-

требление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем; повышенное потребление или избыточные потери организмом.

Достаточное поступление в организм этих химических элементов обеспечивается полноценным питанием, включающем: печень, почки, семена, орехи, бобовые, крупы, сыры, мясо, рыбу, фрукты, кукурузу.

Таблица 78. Влияние нехватки химических элементов на функционирование печени

Недостающий химический элемент	Влияние на функционирование печени	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Фосфор	ожирение печени	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, животные печень, почки, семена, орехи, бобовые
Сера	нарушение работы печени и желчного пузыря	избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; сбои в обмене серосодержащими соединениями.	Индейка, бобовые, мясо, рыба, орехи, курица, яйца, пшеница
Селен	развитие заболеваний печени	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника

Никель	патологические изменения в печени	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, зерно-бобовые, крупы, яблоки, груши
Марганец	жировая дистрофия печени	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый орех, овёс, фундук, рис
Золото	заболевания печени	дефицит золота в организме человека изучен недостаточно	Зерна, листья и стебли кукурузы

Влияние избытка химических элементов на функционирование печени

Избыток значительного числа химических элементов токсически влияет на функцию печени. Так, гиперфосфатемия может вызвать поражение печени и желтуху. Перенасыщение организма железом способствует накоплению и отложению его в печени; гепатомегалии, развитию цирроза печени, печеночной недостаточности. Излишки цинка нарушают работу печени. Избыточные дозы радиоактивного стронция⁹⁰ вызывают поражение печени. Повышение в организме уровня меди приводит к патологии печени с развитием цирроза и вторичным поражением головного мозга, связанное с наследственным нарушением обмена меди и белков (болезнь Вильсона-Коновалова).

Превышение нормального уровня олова проявляется увеличением размера печени. Избыток бора повышает риск возможного поражения печени. Излишний селен может вызвать нарушение в работе печени. Повышение содержания в организме никеля сопровождается болями в подреберье справа; дистрофией печени. Избыточное содержание хрома может привести к печеночной недостаточности. Отравление мышьяком опасно развитием жирового гепатоза; острой печеночной недостаточности; рака печени.

При отравлении ртутью происходит поражение печени. При поступлении внутрь соединений германия поражается печень. Отравление сурьмой вызывает увеличение и болезненность печени; желтуху; жировую дистрофию и цирроз печени. Избыточное поступление в организм серебра проявляется болями в правом подреберье, увеличением печени.

Интоксикация соединениями ниобия приводит к резким болям в области печени. Поступление в организм избытка иттриясульфата может вызвать резкие морфофункциональные изменения в печени, проявляющиеся углеводной, жировой и гидрорической дистрофиями. Повышенный уровень ванадия может привести к повреждению печени.

Избыток этих химических элементов может быть связан с повышенным их содержанием в почве либо в питьевой воде; производственными вредностями и экологическими загрязнениями; врожденными нарушениями обмена веществ; поступлением с медицинскими препаратами и из разрушенных клеток организма.

Таблица 79. Влияние избытка химических элементов на функционирование печени

Избыточный химический элемент	Влияние на функционирование печени	Причины избытка химического элемента
Фосфор	поражение печени, желтуха	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами
Железо	накопление и отложение железа в печени; гепатомегалия, развитие цирроза печени, печеночная недостаточность	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Цинк	нарушение работы печени	чрезмерное поступление цинка в организм в условиях производства; неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази; нарушение цинкового обмена
Стронций ⁹⁰	поражение печени	корнеплоды и зеленые части растений с сельскохозяйственных угодий, зараженных радиоактивным стронцием

Медь	поражение печени с развитием цирроза и вторичным поражением головного мозга, связанное с наследственным нарушением обмена меди и белков (болезнь Вильсона-Коновалова)	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Олово	увеличение размера печени	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы
Бор	повышение риска возможного поражения печени	передозировка препаратов бора, повышенное содержание в почве либо в питьевой воде
Селен	нарушение в работе печени	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	боли в подреберье справа; дистрофия печени	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Хром	печеночная недостаточность	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа
Мышьяк	жировой гепатоз; острая печеночная недостаточность; рак печени	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином

Ртуть	поражение печени	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Соединения германия	при поступлении внутрь поражается печень	работа, связанная с изготовлением диодов, триодов, кристаллических детекторов, силовых выпрямителей, приборов, измеряющих напряженность постоянных и переменных магнитных полей, а также детекторов инфракрасного излучения
Сурьма	увеличение и болезненность печени; желтуха; жировая дистрофия и цирроз печени	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Серебро	боли в правом подреберье, увеличение печени	работа, связанная с добычей или обработкой руды
Соединения ниобия	резкие боли в области печени	работа с комплексными соединениями ниобия
Иттрия-сульфата	резкие морфофункциональные изменения в печени, проявляющиеся углеводной, жировой и гидропической дистрофиями	работа в производстве керамики и стекла приборов в электронной промышленности
Ванадий	повреждение печени	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта

Влияние на функционирование печени нарушения минерального обмена

Нарушения функции печени наблюдаются при нехватке 6 и избытке 18 химических элементов и соединений. Так, повреждение печени могут быть вызваны недостатком 4 и повышенным содержанием 10 элементов.

Желтуха проявляется при гиперфосфатемии и интоксикации сурьмой. Увеличение размеров печени может быть при избыточном количестве железа, олова и серебра. Нарушение функции желчного пузыря происходит при недостатке серы.

К болям в области печени приводит избыток никеля, сурьмы, серебра и соединений ниобия. Жировую дистрофию печени вызывает недостаток фосфора и марганца, а также отравление мышьяком, сурьмой, иттрием. Углеводная и гидропическая дистрофии печени наступает при интоксикации иттрием. Развитие цирроза печени может произойти при избытке железа, меди и сурьмы. К раку печени может привести отравление мышьяком. Печеночная недостаточность может развиваться при избытке в организме железа, хрома или мышьяка.

Таблица 80. Влияние на функционирование печени нарушения минерального обмена

Влияние на функционирование печени	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Повреждения печени	сера, селен, никель, золото	цинк, фосфор, стронций, медь, бор, селен, ртуть, германий, иттрий, ванадий
Желтуха		фосфор, сурьма
Увеличение размеров печени		железо, олово, серебро
Нарушение функции желчного пузыря	сера	
Боли в области печени		никель, сурьма, серебро, соединения ниобия
Жировая дистрофия печени	фосфор, марганец	мышьяк, сурьма, иттрий
Углеводная и гидропическая дистрофии печени		иттрий
Развитие цирроза печени		железо, медь, сурьма
Рак печени		мышьяк
Печеночная недостаточность		железо, хром, мышьяк

2.14. Поджелудочная железа

Функция поджелудочной железы нарушается при избытке некоторых химических элементов. Так, гиперкальциемия приводит к панкреатиту. При увеличении в организме уровня железа происходит его накопление и отложение в поджелудочной железе; увеличение вероятности возникновения сахарного диабета. Излишки цинка нарушают работу поджелудочной железы. При отравлении сурьмой возникает воспаление поджелудочной железы.

Из причин избытка этих химических элементов отмечают: гормональные нарушения; длительное употребление воды и препаратов, содержащих эти элементы; повышенное всасывание в кишечнике; врожденные нарушения обмена; алкоголизм; производственные вредности.

Таблица 81. Влияние избытка химических элементов на функционирование поджелудочной железы

Избыточный химический элемент	Влияние на функционирование поджелудочной железы	Причины избытка химического элемента
Кальций	панкреатит	гиперпаратиреоз, повышенная костная резорбция, повышенная почечная резорбция или сниженная секреция, повышенное всасывание в кишечнике
Железо	накопление и отложение железа в поджелудочной железе; увеличение вероятности возникновения сахарного диабета	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Цинк	нарушение работы поджелудочной железы	чрезмерное поступление цинка в организм в условиях производства; неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази; нарушение цинкового обмена
Сурьма	воспаление поджелудочной железы	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза

Влияние на функционирование поджелудочной железы нарушения минерального обмена

На функцию поджелудочной железы влияет избыток 4 химических элементов. Нарушение работы поджелудочной железы отмечается при повышении в организме уровня цинка. Воспаление поджелудочной железы может вызвать гиперкальциемия и отравление сурьмой. Увеличивает вероятность возникновения сахарного диабета чрезмерное содержание в организме железа.

Таблица 82. Влияние на функционирование поджелудочной железы нарушения минерального обмена

Влияние на функционирование поджелудочной железы	Недостаточные химические элементы
Нарушение работы поджелудочной железы	цинк
Воспаление поджелудочной железы	кальций, сурьма
Увеличение вероятности возникновения сахарного диабета	железо

2.15. Обмен веществ

Нехватка значительного числа химических элементов влияет на обмен веществ в организме. Так, гипонатриемия вызывает снижение массы тела. При гипокалиемии повышается чувствительность к холоду, отдаётся предпочтение теплой пище перед холодной, отмечается зябкость рук и ног. Гипохлоремия сопровождается ухудшением углеводного обмена; истощением; отёками. При гипомагниемии происходит снижение температуры тела, холодеют руки и ноги; наступает обызвествление тканей, характерное для гиперкальциемии, но на фоне нормального содержания кальция. Гипофосфатемия приводит к истощению.

Недостаточное содержание в организме железа сопровождается понижением температуры тела, зябкостью. Нехватка цинка вызывает уменьшение массы тела, исхудание; накопление в организме железа, меди, кадмия, свинца. Низкий уровень в организме меди тормозит всасывание железа; приводит к нарушению жирового обмена, сопровождающемуся быстрым набором избыточного веса. Недостаточность олова проявляется потерей веса; нарушением минерального баланса внутренних органов. Понижение в организме уровня иода сопровождается снижением основного обмена и температуры тела; развитием отеков конечностей, туловища, лица; резкими скачками массы тела.

Малое количество в организме бора приводит к нарушению обменных процессов в соединительной ткани; развитию остеопороза у женщин в период

менопаузы; нарушению жирового и белкового обмена, а также обмена фосфора, магния и кальция. Нехватка селена вызывает ожирение или дистрофию. Недостаток никеля сопровождается снижением уровня холестерина. Низкий уровень в организме хрома может привести к заметному изменению массы тела (увеличению или понижению). Уменьшение содержания марганца может вызвать увеличение веса и ожирение. Недостаточность мышьяка проявляется понижением концентрации триглицеридов в сыворотке крови.

Нехватка в организме молибдена приводит к снижению активности ферментов, содержащих молибден; авитаминозу А; нарушению метаболизма цистеина и обмена азотистых оснований; уменьшению экскреции неорганических сульфатов и мочевой кислоты; торможению катаболизма метионина; чрезмерному накоплению меди, что может привести к интоксикации организма; снижению скорости расщепления целлюлозы; отёкам; синдрому «приобретенного дефицита молибдена» проявляющемуся: гиперметионинемией, гипоурикемией, гипероксипуринемией, гипоурикозурией и гипосульфатурией.

Снижение в организме уровня германия сопровождается нарушением обмена жиров. Недостаток кобальта приводит к потере массы тела. Нехватка ванадия проявляется снижением уровня холестерина, повышением содержания в плазме крови триглицеридов, печеночных липидов и фосфолипидов.

Причинами нехватки в организме этих химических элементов является: недостаточное поступление с продуктами питания; избыточное выделение; голодание; парентеральное питание; вегетарианство; действие отдельных продуктов питания, медикаментов и химических элементов; слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом.

Достаточный уровень в организме этих химических элементов обеспечивает сбалансированное питание, включающее: семена, орехи, крупы, бобовые, овощи, фрукты, ягоды, молочные продукты, рыбу, мясо, поваренную соль.

Таблица 83. Влияние нехватки химических элементов на обмен веществ

Недостающий химический элемент	Влияние на обмен веществ	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	снижение массы тела	недостаточное поступление пищи или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла

Калий	чувствительность к холоду, предпочтение теплой пищи перед холодной, зябкость рук и ног	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао-порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Хлор	ухудшение углеводного обмена; истощение; отёки	дефицит в рационе поваренной соли или чрезмерной её потери	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла
Магний	снижение температуры тела, холодные руки и ноги; обывествление тканей, характерное для гиперкальциемии, но на фоне нормального содержания кальция	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз
Фосфор	истощение	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделении фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, животные субпродукты, семена, орехи, бобовые

Железо	понижение температуры тела, зябкость	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, орехи
Цинк	уменьшение массы тела, исхудание; накопление в организме железа, меди, кадмия, свинца	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, печень, тыквенные семечки, куриные сердца, мясо, семена, арахис, кедровые орехи
Медь	торможение всасывания железа; нарушение жирового обмена, сопровождающееся быстрым набором избыточного веса	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы

Олово	потеря веса; нарушение минерального баланса внутренних органов	недостаточное поступление с продуктами питания	Мясо, фисташки, сдоба, сухарики, кукуруза, рожь, зелёный горошек
Иод	снижение основного обмена и температуры тела; развитие отеков конечностей, туловища, лица; резкие скачки массы тела	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России.	Морская капуста, морская и пресноводная рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые
Бор	нарушение обменных процессов в соединительной ткани; развитие остеопороза у женщин в период менопаузы; нарушение жирового и белкового обмена; нарушение обмена фосфора, магния и кальция	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора.	Гречиха, бобовые, злаковые, свекла, овёс, яблоки, рис, лук, миндаль, капуста, фундук, морковь
Селен	ожирение или дистрофия	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжёлый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, сельдь, лосось, фисташки, семечки подсолнуха
Никель	снижение уровня холестерина	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, крупы, яблоки, груши

Хром	заметное изменение массы тела (увеличение или понижение)	недостаточное поступление этого элемента (20 мкг/день и менее).	Пивные дрожжи, рыба, субпродукты, груши, куры
Марганец	увеличение веса, ожирение	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый орех, овёс, фундук, рис
Мышьяк	понижение концентрации триглицеридов в сыворотке крови	недостаточное поступление (1 мкг/день и менее)	Вина, рыба, ракообразные, томат, овощи, пшеница, картофель
Молибден	снижение активности ферментов, содержащих молибден; авитаминоз А; нарушение метаболизма цистеина, обмена азотистых оснований; уменьшение экскреции неорганических сульфатов, мочевой кислоты; торможение катаболизма метионина; чрезмерное накопление меди, что может привести к интоксикации организма; снижение скорости расщепления целлюлозы; отёки; синдром «приобретенного дефицита молибдена» проявляется: гиперметионинемией, гипOURИкемией, гипероксипуринемией, гипOURИкозурией и гипосульфатурией	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, субпродукты, бобовые, крупы, фундук, миндаль

Германий	нарушение обмена жиров	недостаточное поступление германия в организм	Чеснок, отруби, перловая крупа, бобы, белые грибы, семена подсолнуха и тыквы, морковь, картофель, свекла, томаты, морепродукты, молоко
Кобальт	потеря массы тела	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица
Ванадий	снижение уровня холестерина, повышение содержания триглицеридов, печеночных липидов и фосфолипидов в плазме крови	нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ	Крупы, бобовые, фисташки, картофель

Влияние избытка химических элементов на обмен веществ

Избыток значительного числа химических элементов вызывает различные отклонения в обмене веществ в организме. При гипернатриемии происходит задержка жидкости в организме с возникновением отеков, и повышением температуры тела. Продолжительная гипермагниемия сопровождается кальцификацией мягких тканей. Гиперфосфатемия также способствует отложению малорастворимых фосфатов в тканях. При избытке в организме цинка понижается уровень кадмия, меди и железа. Чрезмерное количество кремния и стронция нарушает фосфорно-кальциевый обмен.

Интоксикация свинцом может привести к снижению массы тела; нарушению порфиринового обмена; синдрому сатурнизма; снижению концентрации кальция, цинка и селена в организме. Избыточность меди сопровождается «медной лихорадкой» с избыточным потоотделением, ознобом и выраженной гипертермией. Избыток алюминия способен вызвать в организме угнетение обмена кальция, фосфора, магния, меди, железа и цинка. Излишки бария приводят к гипокалиемии и гипофосфатемии, метаболическому ацидозу и гипогликемии.

Превышение в организме уровня олова способствует повышению белкового обмена в крови; снижению уровня меди и цинка. Избыток иода мо-

жет вызвать повышение температуры и снижение массы тела. Излишний бор приводит к обезвоживанию организма. Повышенное содержание селена блокирует сульфгидрильные группы с инактивацией ферментов и нарушением белкового обмена. В случае увеличения количества никеля повышается температура тела; нарушается обмен углеводов; возникает дефицит магния, а также избыток железа и цинка.

Перенасыщение организма литием сопровождается гиперкалиемией, гипонатриемией; увеличением массы тела. Интоксикация ртутью может вызвать лихорадочное состояние; изменение биохимического состава крови. Избыточный молибден приводит к вытеснению меди; повышению активности ксантиноксидазы, повышению уровня мочевой кислоты в моче; подагре (также возможна уратурия); нарушению фосфорного обмена в костях; отложению солей в суставах; снижению массы тела. Чрезмерный уровень кобальта повышает уровень липидов; препятствует усвоению йода.

Отравление сурьмой вызывает обезвоживание; нарушение фосфорно-кальциевого ионного обмена, дефицит внутриклеточного калия; угнетение активности ферментных систем; нарушение обмена белков и углеводов; образование комплексных соединений с белками; снижение содержания α_1 и α_2 фракций альбуминов и γ – глобулинов крови. Повышенный уровень соединений ниобия проявляется дефицитом цинка. Интоксикация теллуром сопровождается образованием липофусцина в мозге; ингибированием дегидразы и оксидазы мышц, каталазы со снижением уровня SH-групп в крови; ингибированием окисления НАД зависимых субстратов в интактных митохондриях печени и почек – пирувата, α -кетоглутарата, глутамата, но не сукцината, α -глицерофосфата и аскорбата.

Повышение в организме уровня иттрия сопровождается биохимическими изменениями в углеводном, липидном, пептидном, минеральном и энергетическом обменах. Избыток висмута приводит к похуданию. Интоксикация таллием вызывает гипохлоремический алкалоз, гипокалиемию, гипокальциемию, гипотоническую дегидратацию. Превышение в организме уровня золота может сопровождаться отеками ног; уменьшением массы тела. Перенасыщения организма скандием неблагоприятно воздействует на белковый, жировой и минеральный обмен.

Избыточность ванадия вызывает снижение массы тела; обезвоживание; снижение в организме уровня витамина С. Повышенный уровень урана подавляет активность ферментов. Излишки в организме бериллия способствуют замещению магния в некоторых ферментах, приводящему к нарушению их работы. Избыток радия нарушает обмена веществ.

**Таблица 84. Влияние избытка химических элементов
на обмен веществ**

Избыточный химический элемент	Влияние на обмен веществ	Причины избытка химического элемента
Натрий	задержка жидкости в организме с возникновением отеков, повышением температуры тела	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с почками и надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс
Магний	кальцификация мягких тканей	избыточное использование магнийсодержащих препаратов, болезнь Аддисона, гипотермия, обезвоживание; надпочечниковая недостаточность; рабдомиолиз; приём: ацетилсалициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития
Фосфор	отложение малорастворимых фосфатов в тканях	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами
Цинк	понижение уровня кадмия, меди, железа в организме	чрезмерное поступление цинка в организм в условиях производства; неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази; нарушение цинкового обмена
Кремний	нарушение фосфорно-кальциевого обмена.	систематическое вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния в высоких концентрациях при профессиональной деятельности, связанной с добывающей промышленностью, контактами с цементом, асбестом, стеклом, аэрозолями, кварцем; избыточное поступление кремния в организм с пищей; нарушение регуляции обмена кремния

Стронций	нарушение фосфорно-кальциевого соотношения в крови.	проживание в районах с высоким содержанием стронция в воде, почве и растительности
Свинец	снижение массы тела; нарушение порфиринового обмена; синдроме сатурнизма; снижение концентрации кальция, цинка, селена в организме	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Медь	«медная лихорадка»: избыточное потоотделение, озноб, выраженная гипертермия, судороги ног	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Алюминий	угнетение обмена кальция, фосфора, магния, меди, железа, цинка в организме	работа на производстве с различными соединениями алюминия, проживание в местах с повышенным его содержанием, использование алюминиевой посуды, применение медицинских препаратов и декоративной косметики с алюминием, использование пищи, сохраняемой в металлических банках и фольге
Барий	гипокалиемия и гипофосфатемия, метаболический ацидоз и гипогликемия	употребление овощей и фруктов, выращенных в районе с повышенным содержанием бария в почве
Олово	повышение белкового обмена в крови; снижение уровня меди и цинка	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы
Иод	повышение температуры тела, снижение массы тела	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Бор	обезвоживание организма	передозировка препаратов бора, повышенное содержание в почве либо в питьевой воде

Селен	блокада сульфгидрильных групп с инактивацией ферментов; нарушением белкового обмена	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	повышение температуры тела; нарушение обмена углеводов; дефицит магния, избыток железа и цинка	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Литий	гиперкалиемия, гипонатриемия; увеличению массы тела	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклодувной промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов психиатрии
Ртуть	лихорадочное состояние; изменение биохимического состава крови	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Молибден	вытеснение меди; повышение активности ксантинооксидазы, повышение уровня мочевой кислоты в моче; подагра (также возможна уратурия); нарушение фосфорного обмена в костях; отложение солей в суставах; снижение массы тела	вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях (изготовление жаропрочных и кислотоустойчивых сплавов, радиоламп, нитей накаливания, в конструкции атомных реакторов); излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь

Кобальт	повышение уровня липидов; препятствие усвоения иода	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина В ₁₂
Сурьма	обезвоживание; нарушение фосфорно-кальциевого ионного обмена, дефицит внутриклеточного калия; угнетение активности ферментных систем; нарушение обмена белков и углеводов; образование комплексных соединений с белками; снижение содержания α_1 и α_2 фракций альбуминов и γ – глобулинов крови	работа в электротехнике, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Соединений ниобия	дефицит цинка	работа с комплексными соединениями ниобия
Теллур	образование липофусцина в мозге; ингибирование дегидразы и оксидазы мышц, каталазы со снижением уровня SH-групп в крови; ингибирование окисления НАД зависимых субстратов в интактных митохондриях печени и почек – пирувата, α -кетоглутарата, глутамата, но не сукцината, α -глицерофосфата и аскорбата	работа в металлургическом производстве

Иттрий	биохимические изменения в углеводном, липидном, пептидном, минеральном и энергетическом обменах	работа в производстве керамики и стекла приборов в электронной промышленности
Висмут	похудание	длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с больными почками
Таллий	гипохлоремический алкалоз, гипокалиемия, гипокальциемия, гипотоническая дегидратация	работа в электронной промышленности при производстве полупроводников использованием арсенида галлия
Золото	отеки ног; уменьшение массы тела	передозировка золотосодержащих противоревматических средств
Скандий	неблагоприятное воздействие на белковый, жировой и минеральный обмен	работа при изготовлении ферритов для элементов памяти быстродействующих вычислительных машин
Ванадий	снижение массы тела; обезвоживание; снижение в организме уровня витамина С	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Уран	подавление активности ферментов	работа на добыче и переработке урановых руд
Бериллий	замещение магния в некоторых ферментах, приводящее к нарушению их работы	вдыхание атмосферного воздуха содержащего бериллий при работе в металлургии, самолётостроении, ракетостроении, в производстве атомной техники
Радий	нарушение обмена веществ	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние на обмен веществ нарушения минерального обмена

Заметное влияние на обмен веществ оказывает недостаток 20, а также избыток 31 химического элемента. Так, нарушение обмена веществ возникает при избытке радия, а его снижение наступает из за недостатка иода. Повышенная чувствительность к холоду проявляется при гипокалиемии, а избыточное потоотделение бывает при повышении уровня меди. К снижению массы тела

приводит нехватка 7 и переизбыток 6 химических элементов. Обезвоживание наступает при чрезмерном уровне бора, сурьмы, таллия и ванадия.

Задержка жидкости в организме и отёки возникают при нехватке хлора и иода или при избытке натрия и золота. Увеличение массы тела вызывает недостаток меди, селена и марганца, а также избыток лития. Метаболический ацидоз и гипогликемия вызывает излишек бария. Гипохлоремический алкалоз характерен для повышения уровня таллия. Нарушение обменных процессов в соединительной ткани может вызвать нехватка бора. Нарушение белкового обмена возникает при нехватке бора или избытке селена, сурьмы, иттрия и скандия. Повышенный белковый обмен в крови выявляется при излишках олова.

Пониженная концентрация триглицеридов в сыворотке крови наступает при нехватке мышьяка. К нарушению жирового обмена приводит недостаточность меди, бора, селена, марганца и германия, а также избыточность теллура, иттрия и скандия. К повышению уровня липидов приводит недостаток ванадия или излишек кобальта. Снижение уровня холестерина наблюдается при недостаточном уровне никеля и ванадия. Ухудшение углеводного обмена происходит при сниженном количестве хлора и молибдена или повышении уровня сурьмы, теллура или иттрия. Снижение скорости расщепления целлюлозы возникает при недостатке молибдена.

Нарушение порфиринового обмена происходит при интоксикации свинцом. Нарушение минерального обмена возникает при нехватке олова или переизбытке иттрия и скандия. Гипокалиемия наблюдается при увеличении в организме таллия. Гиперкалиемия может быть вызвана избытком лития. К гипонатриемии также приводит избыточный уровень лития. Нарушение обмена кальция может наступить при недостатке бора. Гипокальциемия наступает при избыточности свинца и таллия. Отложение малорастворимых фосфатов в тканях может наступить при длительной гипомагниемии, а также при гипермагниемии ил гиперфосфатемии. Нарушение фосфорно-кальциевого обмена вызывает недостаток бора или избыток кремния, стронция, алюминия, бария, сурьмы и молибдена. Дефицит магния обнаруживается при переизбытке никеля.

Накопление в организме железа происходит при недостатке цинка или высокого уровня железа или никеля. Угнетение обмена железа выявляется при снижении уровня меди или повышении содержания цинка и алюминия. Накоплению в организме меди способствует недостаток цинка и молибдена. Угнетение обмена меди вызывает переизбыток цинка, алюминия, олова и молибдена. Накоплению в организме свинца и кадмия способствует недостаток цинка. Понижение уровня кадмия наблюдается в случае переизбытка цинка. К снижению концентрации цинка в организме приводит излишек свинца, алюминия, олова, никеля и соединений ниобия.

Снижение концентрации селена в организме вызывает повышенный уровень свинца. Препятствие усвоению йода возникает при избытке кобальта. Авитаминоз А наблюдается при недостатке молибдена. К снижению в организме витамина С приводит избыток ванадия. Угнетение активности ферментных систем происходит под влиянием нехватки молибдена или избытке селена, сурьмы, теллура, урана и бериллия.

Нарушение метаболизма цистеина, обмена азотистых оснований; уменьшение экскреции неорганических сульфатов, мочевой кислоты, торможение катаболизма метионина, а также гиперметионинемия, гипоурикемия, гипероксипуринемия, гипоурикозурия и гипосульфатурия отмечаются при низком уровне молибдена. Повышение активности ксантиноксидазы, повышение уровня мочевой кислоты в моче; подагра (также возможна уратурия) возникают при избыточном количестве молибдена. Интенсивное образование липофусцина в мозге происходит при повышенном уровне теллура. Нарушение образования гелей в организме вызывает избыток арсенида галлия.

Таблица 85. Влияние на обмен веществ нарушения минерального обмена

Влияние на обмен веществ	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Нарушение обмена веществ		радий
Снижение основного обмена	йод	
Повышенная чувствительность к холоду	калий	
Избыточное потоотделение		медь
Снижение массы тела	натрий, хлор, фосфор, цинк, олово, хром, кобальт	свинец, йод, молибден, висмут, золото, ванадий
Обезвоживание		бор, сурьма, таллий, ванадий
Задержка жидкости в организме и отёки	хлор, йод	натрий, золото
Увеличение массы тела	медь, селен, марганец	литий
Метаболический ацидоз и гипогликемия		барий

Гипохлоремический алкалоз		таллий
Нарушение обменных процессов в соединительной ткани	бор	
Нарушение белкового обмена	бор	селен, сурьма, иттрий, скандий
Повышенный белковый обмен в крови		олово
Нарушение жирового обмена	медь, бор, селен, марганец, германий	теллур, иттрий, скандий
Пониженная концентрация триглицеридов в сыворотке крови	мышьяк	
Повышение уровня липидов	ванадий	кобальт
Снижение уровня холестерина	никель, ванадий	
Ухудшение углеводного обмена	хлор, молибден	сурьма, теллур, иттрий
Снижение скорости расщепления целлюлозы	молибден	
Нарушение порфиринового обмена		свинец
Нарушение минерального обмена	олово	иттрий, скандий
Дефицит внутриклеточного калия		сурьма
Гипокалиемия		таллий
Гиперкалиемия		литий
Гипонатриемия		литий
Нарушение обмена кальция	бор	
Гипокальциемия		свинец, таллий
Отложение малорастворимых фосфатов в тканях	магний	магний, фосфор
Нарушение фосфорно-кальциевого обмена	бор	кремний, стронций, алюминий, барий, сурьма, молибден

Дефицит магния		никель
Накопление в организме железа	цинк	железо, никель
Угнетение обмена железа	медь	цинк, алюминий
Накопление в организме меди	цинк, молибден	
Угнетение обмена меди		цинк, алюминий, олово, молибден
Накопление в организме свинца и кадмия	цинк	
Понижение уровня кадмия		цинк
Снижение концентрации цинка в организме		свинец, алюминий, олово, никель, соединения ниобия
Снижение концентрации селена в организме		свинец
Препятствие усвоению йода		кобальт
Авитаминоз А	молибден	
Снижение в организме витамина С		ванадий
Угнетение активности ферментных систем	молибден,	селен, сурьма, теллур, уран, бериллий
Нарушение метаболизма цистеина, обмена азотистых оснований; уменьшение экскреции неорганических сульфатов, мочевой кислоты, торможение катаболизма метионина, а также гиперметионинемия, гипоурикемия, гипероксипуринемия, гипоурикозурия и гипосульфатурия	молибден	
Повышение активности ксантиноксидазы, повышение уровня мочевой кислоты в моче; подагра (также возможна уратурия)		молибден

Интенсивное образование липофусцина в мозге		теллур
Нарушение образования гелей в организме		арсенид галлия.

2.16. Температура тела

Влияние на температуру тела нарушения минерального обмена

Отклонения от нормального уровня некоторых химических элементов оказывают влияние на температуру тела. Так, к её снижению приводит недостаток магния, железа а иода или избыток сурьмы. Напротив, повышение температуры тела возникает от повышенного уровня меди, иода, никеля, ртути, сурьмы и теллура.

Таблица 86. Влияние на температуру тела нарушения минерального обмена

Влияние на температуру тела	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Снижение температуры тела	магний, железо, иод	сурьма
Повышение температуры тела		медь, иод, никель, ртуть, сурьма, теллур

2.17. Отношение к алкоголю

Влияние на отношение к алкоголю нарушения минерального обмена

Недостаток некоторых химических элементов влияет на отношение к алкоголю, Так, предрасположенность к алкоголизму отмечается при нехватке цинка, а к невосприимчивости алкоголя, при употреблении которого появляется тошнота и рвота, слабость, головная боль предрасполагает недостаток хрома.

Таблица 87. Влияние на отношение к алкоголю нарушения минерального обмена

Влияние на отношение к алкоголю	Недостаточные химические элементы
Предрасположенность к алкоголизму	цинк

Невосприимчивость алкоголя, при употреблении которого появляется тошнота и рвота, слабость, головная боль	хром
---	------

2.18. Кислотно-щелочное состояние

Влияние на кислотно-щелочное состояние нарушения минерального обмена

Причиной алкалоза может быть гипохлоремия и гипофосфатемия. Дыхательный и метаболический ацидоз возникает при гипомagneмии.

Таблица 88. Влияние на кислотно-щелочное состояние нарушения минерального обмена

Влияние на кислотно-щелочное состояние	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Алкалоз	хлор, фосфор	
Дыхательный и метаболический ацидоз		магний

2.19. Эндокринная система

Нехватка некоторых химических элементов приводит к нарушениям работы эндокринной системы. Так, гипокалиемия вызывает истощение

надпочечников, и снижение адаптационных возможностей организма. При дефиците железа нарушается работа щитовидной железы, а недостаток брома понижает уровень её гормонов. В случае снижения в организме уровня меди происходит увеличение щитовидной железы, гипотиреоз, дефицит тироксина. Наиболее серьёзные нарушения возникают при нехватке йода: неполная функция щитовидной железы; гипотиреоз (у детей – кретинизм, у взрослых – микседема); эндемический зоб.

Недостаточное содержание в организме селена сопровождается эндемическим зобом, нарушением деятельности щитовидной железы; гормональными расстройствами. Снижение уровня марганца может привести к гипотиреозу; эндемическому или спорадическому зобу; аутоиммунному тиреоидиту. Нехватка кобальта вызывает заболевания эндокринной системы.

К причинам нехватки этих химических элементов относят: недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием медикаментов, продуктов питания, хронического голодания, патологии почек; кровопотери; проживание в местностях, где содержание этих элементов в окружающей среде низкое; длительное нахождение на парентеральном питании; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; алкоголизм.

Ценными источниками этих химических элементов являются: семена, орехи, бобовые, крупы, овощи, фрукты, ягоды, печень, почки, рыба, мясо, грибы.

Таблица 89. Влияние нехватки химических элементов на эндокринную систему

Недостающий химический элемент	Влияние на эндокринную систему	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Калий	истощение надпочечников, снижение адаптационных возможностей организма	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи, крупы, овощи, фрукты, ягоды
Железо	нарушение работы щитовидной железы	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, печень, почки, рыба, мясо, грибы, орехи
Бром	понижение уровня гормонов щитовидной железы	малое употребление в пищу растительных продуктов, или проживание в местностях, где содержание микроэлемента в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря)	Морская капуста, креветки, треска, пшеница, грецкие орехи, арахис, миндаль, фундук

Медь	увеличение щитовидной железы (гипотиреоз, дефицит тироксина)	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы
Иод	неполная функция щитовидной железы; гипотиреоз (у детей – кретинизм, у взрослых – микседема); эндемический зоб	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России	Морская капуста, морская и пресноводная рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые
Селен	эндемический зоб, нарушение деятельности щитовидной железы; гормональные расстройства	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника

Марганец	гипотиреоз; эндемический или sporadicкий зоб; аутоиммунный тиреоидит	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый орех, овёс, фундук, рис
Кобальт	заболевания эндокринной системы	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица

Влияние избытка химических элементов на эндокринную систему

Повышенное содержание в организме отдельных химических элементов также вызывает дисфункцию эндокринной системы. К примеру, перенасыщение железом приводит к эндокринной недостаточности. Избыток иода сопровождается образованием зоба и тиреотоксикозом. Чрезмерное содержание в организме никеля способствует возникновению заболевания щитовидной железы. Интоксикация мышьяком может привести к эндемическому зобу. Повышенный уровень в организме лития и кобальта угнетает функции щитовидной железы. Избыточное поступление сурьмы вытесняет йод из организма и вызывает «зоб». Увеличение в организме количества радия может вызвать изменения в эндокринной системе.

Причинами избытка этих химических элементов становятся: высокий уровень железа в питьевой воде; длительное употребление препаратов с их содержанием; интенсивное курение; экологическое загрязнение и производственные вредности; злоупотребление виноградным вином.

Таблица 90. Влияние избытка химических элементов на эндокринную систему

Избыточный химический элемент	Влияние на эндокринную систему	Причины избытка химического элемента
Железо	эндокринная недостаточность	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Иод	образование зоба; тиреотоксикоз	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений

Никель	болезни щитовидной железы	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Мышьяк	эндемический зоб	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Литий	угнетение функций щитовидной железы	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклодувной промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов психиатрии
Кобальт	дисфункция щитовидной железы	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина В ₁₂
Сурьма	вытесняет йод из организма, вызывает «зоб»	работа на производстве электротехники, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Радий	изменения в эндокринной системе	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние на эндокринную систему нарушения минерального обмена

Различные дисфункции эндокринной системы возникают при недостатке 8, а также при избытке 8 химических элементов. Так, её нарушения наблюдаются при низком уровне кобальта и селена и повышении содержания железа и радия. Неблагоприятно на функции щитовидной железы отражается нехватка железа и селена, а также избыток лития, кобальтаникеля. Понижение уровня гормонов щитовидной железы вызывает недостаток иода, брома и меди. Увеличению щитовидной железы способствует низкий уровень в организме иода, селена, меди и марганца, так же как повышенное содержание иода, мышьяка и сурьмы. Тиреотоксикоз провоцирует излишнее количество иода. К аутоиммунному тиреоидиту может привести снижение в организме уровня марганца. Истощение надпочечников может возникнуть при гипокальциемии.

Таблица 91. Влияние на эндокринную систему нарушения минерального обмена

Влияние на эндокринную систему	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Нарушения в эндокринной системе	кобальт, селен	железо, радий
Нарушение работы щитовидной железы	железо, селен	литий, кобальт, никель
Понижение уровня гормонов щитовидной железы	йод, бром, медь	
Увеличение щитовидной железы	йод, селен, медь, марганец	йод, мышьяк, сурьма
Тиреотоксикоз		йод
Аутоиммунный тиреоидит	марганец	
Истощение надпочечников	калий	

2.20. Регуляция уровня глюкозы

Снижение в организмсодержания некоторых химических элементов существенно влияет на обмен глюкозы. Так, недоста-

точное поступление в организм серы и никеля повышает уровень глюкозы в крови, а нехватка цинка вызывает снижение уровня инсулина и повышение риска развития сахарного диабета. Также уменьшение содержания кремния, меди, бора и марганца повышает риск развития сахарного диабета. При малом содержании в организме хрома возникает рост уровня глюкозы в крови, гипер- и гипогликемия, возникновение сахарного диабета. Недостаток ванадия способствует возникновению сахарного диабета;осклонностью к частым случаям гипогликемии.

К причинам нехватки этих химических элементов относятся: недостаточное поступление их с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции их обмена; недостаточное потребление клетчатки; чрезмерное поступление в организм некоторых гормонов, медикаментов, антагонистических химических элементов; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки: алкоголизм.

Источниками поступления этих химических элементов являются: бобовые, семена, крупы, орехи, овощи, фрукты, печень, мясо, рыба.

**Таблица 92. Влияние нехватки химических элементов
на уровень глюкозы**

Недостающий химический элемент	Влияние на уровень глюкозы	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Сера	повышение уровня глюкозы в крови	избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; сбои в обмене серосодержащими соединениями	Индейка, бобовые, мясо, рыба, фундук, миндаль, курица, яйца, пшеница
Цинк	снижение уровня инсулина, повышение риска развития сахарного диабета	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, печень, куриные сердца, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, миндаль, хрен, фисташки, бобовые
Кремний	повышение риска развития сахарного диабета	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки.	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкий орех, миндаль, фундук, семена

Медь	развитие сахарного диабета	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, миндаль, крупы
Бор	увеличение предрасположенности к сахарному диабету	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, миндаль, фундук, капуста, морковь
Никель	увеличение уровня сахара в крови	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2 – 6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, миндаль, крупы, фундук, яблоки, груши
Хром	рост уровня глюкозы в крови, гипер- и гипогликемия, возникновение сахарного диабета	недостаточное поступление этого элемента (20 мкг/день и менее)	Пивные дрожжи, фундук, рыба, печень, почки, груши, молоко, куры, миндаль

Марганец	увеличение предрасположенности к диабету	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый орех, овёс, фундук, рис, миндаль, грецкий орех
Ванадий	возникновение сахарного диабета; склонность к частым случаям гипогликемии при диабете	нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ	Крупы, бобовые, фисташки, картофель, фундук, морковь, свекла, миндаль

Влияние избытка химических элементов на уровень глюкозы

Избыток двух химических элементов также способствует нарушению обмена глюкозы. К примеру, перенасыщение железом приводит к накоплению и отложению его в поджелудочной железе; увеличению вероятности возникновения сахарного диабета. Повышение в организме уровня олова способствует возникновению гипергликемии.

Избыток этих химических элементов возникает в результате: высокого уровня их в питьевой воде; нарушения их обмена в организме; злоупотребления алкоголем; экологических загрязнений и производственных вредностей.

Таблица 93. Влияние избытка химических элементов на уровень глюкозы

Избыточный химический элемент	Влияние на уровень глюкозы	Причины избытка химического элемента
Железо	накопление и отложение железа в поджелудочной железе; увеличение вероятности возникновения сахарного диабета	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание

Олово	гипергликемия	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы
-------	---------------	---

Влияние на уровень глюкозы нарушения минерального обмена

Таким образом, на уровень глюкозы влияет недостаток 9, а также избыток 2 химических элементов. К примеру, вызывает высокий уровень глюкозы в крови нехватка серы, никеля и хрома, а также перегрузка оловом. Появление приступов гипогликемии возможно при уменьшении в организме хрома и ванадия. И наконец, риск возникновения сахарного диабета увеличивается при недостатке цинка, меди, кремния, бора, хрома, марганца и ванадия, а также при перегрузке организма железом.

Таблица 94. Влияние на уровень глюкозы нарушения минерального обмена

Влияние на уровень глюкозы	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Высокий уровень глюкозы в крови	сера, никель, хром	олово
Появление приступов гипогликемии	хром, ванадий	
Риск возникновения сахарного диабета	цинк, медь, кремний, бор, хром, марганец, ванадий	железо

2.21. Иммунная система

Нехватка некоторых химических элементов может ослабить иммунную систему. К примеру, гипонатриемия приводит к частым инфекционным заболеваниям. При гипокалиемии учащаются простудные заболевания. Гипофосфатемия также ослабляет иммунитет, в особенности к простудным заболеваниям. Недостаток в организме железа подавляет гуморальный и клеточный иммунитет, повышает заболеваемость. Низкий уровень в организме цинка способствует снижению Т-клеточного иммунитета, снижению сопротивляемости инфекциям; частым и длительным простудным заболеваниям.

Недостаточное поступление в организм кремния сопровождается снижением иммунитета к различным заболеваниям, которые в основном бывают затяжными: гнойные процессы: гаймориты, фурункулы, абсцессы, тонзиллиты, отиты, длительно незаживающие свищи и раны, а также проказа, рак, туберкулез, гепатит. Падение в организме уровня меди резко ослабляет иммунитет. Недостаток иода и бора также приводит к ослаблению иммунитета. Нехватка в рационе селена сопровождается частыми простудными заболеваниями из-за ослабленного иммунитета.

Уменьшение никеля снижает сопротивляемость организма к различным заболеваниям. Недостаток марганца и молибдена также приводит к ослаблению иммунитета. Нехватка ртути вызывает активацию воспалительных процессов, снижение устойчивости к простудным заболеваниям. Снижение в организме уровня кобальта сопровождается замедлением выздоровления после заболеваний. Низкий уровень в организме серебра также снижает иммунитет.

Дефицит в организме этих химических элементов может возникнуть при: недостаточном поступлении их с пищей или избыточном выведении через кожу, почки и пищеварительный тракт; действии некоторых медикаментов, химических элементов, продуктов питания, алкоголя; хроническом голодании; физиологических или патологических кровопотерях; постоянном психологическом стрессе, нервных перегрузках, неврозах; периоде интенсивного роста у детей; физических перегрузках; вегетарианской диете.

Пополнение недостающих химических элементов возможно, если в рацион питания входят: семена, орехи, крупы, бобовые, овощи, фрукты, ягоды, молочные продукты, печень, почки, рыба, мясо.

Таблица 95. Влияние нехватки химических элементов на иммунную систему

Недостающий химический элемент	Влияние на иммунную систему	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	частые инфекции	недостаточное поступление с пищей или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла

Калий	учащение простудных заболеваний	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Фосфор	ослабление иммунитета, в особенности к простудным заболеваниям	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделении фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, печень, почки, семена, кедровые и грецкие орехи, миндаль, фундук, бобовые
Железо	подавление гуморального и клеточного иммунитета, повышение заболеваемости	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, печень, почки, рыба, мясо, грибы, миндаль, фундук, грецкие и кедровые орехи
Цинк	снижение Т-клеточного иммунитета, снижение сопротивляемости инфекциям; частые и длительные простудные заболевания	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, печень, куриные сердца, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль

Кремний	снижение иммунитета так различным заболеванием, которые в основном бывают затяжными: гнойные процессы: гаймориты, фурункулы, абсцессы, тонзиллиты, отиты, длительно незаживающие свищи и раны, а также проказа, рак, туберкулез, гепатит	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, гречки и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена
Медь	резкое ослабление иммунитета	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, кедровые и гречки орехи, фундук, миндаль, крупы
Иод	ослабление иммунитета	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России	Морская капуста, орех кедровый, рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые

Бор	снижение иммунитета	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи
Селен	частые простудные заболевания из-за ослабленного иммунитета	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Никель	снижение сопротивляемости организма к различным заболеваниям	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, миндаль, крупы, яблоки, груши
Марганец	ослабление иммунитета	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис
Ртуть	активация воспалительных процессов, снижение устойчивости к простудным заболеваниям	нехватка ртути в организме человека изучена недостаточно; при поступлении менее 0,5 мкг ртути в сутки может развиваться ее дефицит	Рыба, мясо, птица, масло растительное, бобовые, сахар, конфеты, овощи, ягоды, фрукты

Молибден	снижение иммунитета	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Кобальт	медленное выздоровление после заболеваний	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Серебро	снижение иммунитета	причины дефицита серебра в организме изучены недостаточно	Белые грибы, огурцы, орех кедровый, опята, укроп, арбуз

Влияние избытка химических элементов на иммунную систему

Подавлению иммунной системы также способствует переизбыток некоторых химических элементов. Избыток хлора протекает с частыми простудными заболеваниями, сопровождающимися высокой температурой. Повышение содержания серы предрасполагает к острым респираторным заболеваниям. В случае излишков в организме железа повышается вероятность развития инфекционных патологий. Чрезмерное количество цинка вызывает снижение иммунитета, развитие аутоиммунных реакций. Интоксикация свинцом снижает иммунитет. (особенно у детей).

Увеличение в организме количества никеля приводит к снижению иммунитета и сопротивляемости инфекционным заболеваниям. Интоксикация мышьяком и ртутью вызывает в организме иммунодефицит. Попадание в организм излишков галлия также подавляет иммунную систему. При избыточном уровне в организме урана развивается лучевая болезнь. Повышение содержания в организме самария также происходит снижение иммунитета.

Избыток в организме этих химических элементов обусловлен: чрезмерным поступлением их в организм в продуктах питания, воде, воздухе и медикаментах, а также в условиях производства; наследственное нарушение обмена этих элементов; алкоголизм, интенсивное курение.

**Таблица 96. Влияние избытка химических элементов
на иммунную систему**

Избыточный химический элемент	Влияние на иммунную систему	Причины избытка химического элемента
Хлор	частые простудные заболевания, сопровождающиеся высокой температурой	чрезмерное употребление соленых продуктов, различные нарушения обмена веществ, заболевания сердечно-сосудистой системы и почек
Сера	предрасположенность к острым респираторным заболеваниям	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Железо	повышение вероятности развития инфекционных патологий	гемохроматоз, длительное употребление железо-содержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Цинк	снижение иммунитета, развитие аутоиммунных реакций	чрезмерное поступление цинка в организм в условиях производства; неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази; нарушение цинкового обмена
Свинец	снижение иммунитета (особенно у детей)	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Никель	снижение иммунитета и сопротивляемости инфекционным заболеваниям	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение

Мышьяк	иммунодефицит	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Ртуть	снижение иммунитета	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Галлий	подавление иммунной системы	работа в электронной промышленности при производстве полупроводников с использованием арсенида галлия
Висмут	снижение иммунитета	длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с больными почками
Уран	лучевая болезнь	работа на добыче и переработке урановых руд
Самарий	снижение иммунитета	работа в производстве постоянных магнитов, люминофоров, керамических конденсаторов, катализаторов, синтетических гранатов и в ядерной энергетике

Влияние на иммунную систему нарушения минерального обмена

Неблагоприятное воздействие на иммунную систему оказывает недостаток 16, а также избыток 12 химических элементов. Так, снижение иммунитета и повышение заболеваемости возникает при низком уровне всех 16 и повышении содержания 12 элементов. Аутоиммунные реакции могут проявиться при избыточности цинка. Снижение иммунитета особенно у детей происходит при интоксикации свинцом. Склонность к затяжным гнойным процессам, а также проказе, раку, туберкулезу, гепатиту харак-

терна для дефицита кремния. Медленное выздоровление после заболеваний наблюдается при нехватке кобальта. Лучевая болезнь развивается при попадании в организм излишков урана.

Таблица 97. Влияние на иммунную систему нарушения минерального обмена

Влияние на иммунную систему	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Снижение иммунитета и повышение заболеваемости	калий, натрий, фосфор, железо, цинк, кремний, медь, иод, бор, селен, никель, марганец, ртуть, молибден, серебро	хлор, сера, железо, цинк, свинец, никель, мышьяк, ртуть, висмут, самарий, арсенид галлия
Развитие аутоиммунных реакций		цинк
Снижение иммунитета особенно у детей		свинец
Склонность к затяжным гнойным процессам, а также проказе, раку, туберкулезу, гепатиту	кремний	
Медленное выздоровление после заболеваний	кобальт	
Лучевая болезнь		уран

2.22. Аллергические проявления

На возникновение аллергии может влиять нехватка в организме двух химических элементов. Так, недостаточное содержа-

ние цинка и марганца предрасполагает к аллергическим заболеваниям. Причинами нехватки этих химических элементов являются: недостаточное поступление их с продуктами питания; послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата.

Источниками поступления в организм этих химических элементов служат: свекла, морковь, печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль, чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, овёс, рис.

**Таблица 98. Влияние нехватки химических элементов
на возникновение аллергии**

Недостающий химический элемент	Влияние на возникновение аллергии	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Цинк	аллергические заболевания	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Марганец	аллергические реакции	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис

Влияние избытка химических элементов на возникновение аллергии

Избыток некоторых химических элементов способствует возникновению аллергии. К примеру, гипернатриемия может вызвать аллергические проявления. Повышение уровня рубидия приводит к аллергическим реакциям. Переизбыток брома сопровождается аллергическими высыпаниями на коже. Увеличение в организме содержания иода может проявиться появлением крапивницы. Излишний хром вызывает повышение вероятности развития сыпи на коже, кожного зуда, отечности век, осиплости голоса, нарушения дыхания, повышенного слезотечения, слизистых выделений из носа. При контакте с кожей избыточного уровня соединений циркония вызывается аллергическая реакция. Чрезмерное количество бериллия может проявиться ярко выраженным аллергическим проявлением.

Причинами избытка этих химических элементов являются: поступление с пищевыми продуктами, водой, пищевыми добавками, медикаментами, включающими эти элементы; экологическое загрязнение и производственные вредности; дефицит некоторых химических элементов, способствующий повышенному усвоению обсуждаемых элементов.

Таблица 99. Влияние избытка химических элементов на возникновение аллергии

Избыточный химический элемент	Влияние на возникновение аллергии	Причины избытка химического элемента
Натрий	аллергические проявления	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с почками и надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс
Рубидий	аллергические реакции	работа в стекольной, химической и электронной промышленности, рубидий может в больших количествах поступать в организм с пищей и водой – это зависит от геологических особенностей местности
Бром	аллергические высыпания на коже	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола или Валокардина
Иод	аллергические симптомы: простуды, крапивницы и т.д.	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Хром	повышение вероятности развития сыпи на коже, кожного зуда, отечности век, осиплости голоса, нарушению дыхания, повышенного слезотечения, слизистых выделений из носа	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа

Соединения циркония	при контакте с кожей вызывает аллергическая реакция	работа в литейной, машиностроительной и атомной промышленности; использование циркониевых браслетов
Ванадий	аллергические реакции	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Бериллий	ярко выраженное аллергическое проявление	работа в металлургии, ракетостроении, атомной энергетике

Влияние на возникновение аллергии нарушения минерального обмена

На возникновение аллергии оказывает существенное влияние недостаток 2 или переизбыток 8 химических элементов. Так, склонность к проявлению аллергических реакций возникает при нехватке цинка и марганца, а также при гипернатриемии, повышении уровня рубидия, ванадия и бериллия. Аллергические высыпания на коже проявляются при избытке брома. Аллергическая реакция при контакте с кожей проявляется при повышенном содержании соединений циркония. Появление аллергических симптомов простуды и крапивницы характерно для избыточного содержания йода. Повышение вероятности развития сыпи на коже, кожного зуда, отечности век, осиплости голоса, нарушения дыхания, повышенного слезотечения, слизистых выделений из носа обнаруживается при увеличении в организме хрома.

Таблица 100. Влияние на возникновение аллергии нарушения минерального обмена

Влияние на возникновение аллергии	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Склонность к проявлению аллергических реакций	цинк, марганец	натрий, рубидий, ванадий, бериллий
Аллергические высыпания на коже		бром
Аллергическая реакция при контакте с кожей		соединения циркония
Появление аллергических симптомов простуды и крапивницы		йод

Повышение вероятности развития сыпи на коже, кожного зуда, отечности век, осиплости голоса, нарушения дыхания, повышенного слезотечения, слизистых выделений из носа		хром
--	--	------

2.23. Метеозависимость

Влияние на метеозависимость нарушения минерального обмена

Выявлено, что метеозависимость может проявляться при недостатке в организме кремния. Причинами его нехватки служат: недостаточное поступление с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки.

Хорошими источниками этого элемента являются: бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена.

Таблица 101. Влияние на метеозависимость нарушения минерального обмена

Недостающий химический элемент	Влияние на метеозависимость	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Кремний	повышение чувствительности к погодным изменениям	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена

2.24. Онкологические заболевания

Замечено, что недостаток некоторых химических элементов оказывает влияние на онкологические пора-

жения организма. Так, нехватка магния повышает вероятность этих заболеваний. Пониженный уровень железа, цинка, кремния, селена, марганца, молибдена и германия также способен увеличивать риск развития опухолевых процессов. Снижение в организме содержания иода увеличивает риск развития рака щитовидной железы.

Причинами нехватки этих химических элементов может служить: неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также физиологические или патологические потери; вегетарианство; парентеральное питание; ожоги; чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортико-стероидных препаратов, мочегонных средств; несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем.

Источниками недостающих элементов являются: морские водоросли, свекла, морковь, чай, кофе, шоколад, семена, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи, крупы, бобовые, арбуз, печень, почки, рыба, мясо, грибы.

Таблица 102. Влияние нехватки химических элементов на онкологические заболевания

Недостающий химический элемент	Влияние на онкологические заболевания	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Магний	повышение вероятности онкологических заболеваний	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад, семена, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи, крупы, бобовые, арбуз

Железо	повышение вероятности развития опухолевых патологий	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, миндаль, фундук, грецкие и кедровые орехи
Цинк	увеличение риска развития опухолевых процессов	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, животные печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Кремний	увеличение риска развития опухолевых процессов	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена
Иод	риск развития рака щитовидной железы	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России	Морская капуста, орех кедровый, рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые

Селен	провоцирование онкологических заболеваний	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Марганец	повышение риска онкологических заболеваний	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис
Молибден	повышение риска развития рака пищевода	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Германий	повышение риска развития онкологических заболеваний	недостаточное поступление германия в организм	Чеснок, отруби, перловая крупа, бобы, белые грибы, семена подсолнуха и тыквы, морковь, картофель, свекла, томаты, морепродукты, молоко

Влияние избытка химических элементов на онкологические заболевания

Перегрузка организма некоторыми химическими элементами также оказывает существенное влияние на течение онкологических процессов. К примеру, избыток железа повышает вероятность развития опухолевых патологий. Повышение уровня кремния способствует возникновению новообразований злокачественного характера в брюшной полости и плевре. Чрезмерное содержание радиоактивного стронция⁹⁰ в тысячи раз увеличивает риск развития онкологических заболеваний. Излишек кадмия и селена также сопровождается возрастанием риска развития злокачественных образований.

Переизбыток в организме никеля повышает риск развития онкологических заболеваний, в том числе рака легких, почек, кожи (особенно вследствие отравления карбонилем никеля, который является страшным канцерогеном). Увеличение в организме количества хрома также повышает риск появления опухолевых новообразований. Интоксикация мышьяком опасна появлением рака печени, гортани, глаз, кожи (рак Боуэна) и крови. Повышенное содержание ртути оказывает тератогенное и мутагенное действие. Превышение в организме нормального уровня ванадия и урана также увеличивает риск развития опухолей. Избыточный бериллий обладает ярко выраженным канцерогенным действием.

Причинами избытка этих химических элементов могут быть: высокий уровень их в питьевой воде; врожденные нарушения их обмена; экологические загрязнения и производственные вредности.

**Таблица 103. Влияние избытка химических элементов
на онкологические заболевания**

Избыточный химический элемент	Влияние на онкологические заболевания	Причины избытка химического элемента
Железо	повышение вероятности развития опухолевых патологий	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание

Кремний	новообразования злокачественного характера в брюшной полости и плевре	систематическое вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния в высоких концентрациях при профессиональной деятельности, связанной с добывающей промышленностью, контактами с цементом, асбестом, стеклом, аэрозолями, кварцем; избыточное поступление кремния в организм с пищей; нарушение регуляции обмена кремния
Стронций ⁹⁰	увеличение в тысячи раз риск развития онкологических заболеваний	корнеплоды и зеленые части растений с сельскохозяйственных угодий, зараженных радиоактивным стронцием
Кадмий	возрастание риска развития злокачественных образований	избыточное поступление (с табачным дымом, при производственном контакте – в ювелирном деле, изготовление припоев, батарей, аккумуляторов, красок), дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Селен	повышение вероятности онкологических заболеваний	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	повышение риска развития онкологических заболеваний, в том числе рака легких, почек, кожи (особенно вследствие отравления карбонил никеля, который является страшным канцерогеном)	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Хром	увеличение риска появления опухолевых новообразований	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа

Мышьяк	рак печени, гор- тани, глаз, кожи (рак Боуэна) и крови	работа на производстве стекла, полу- проводников или других электронных устройств; дым от сжигания производ- ственных отходов; курение; суицидаль- ные отравления; злоупотребление вино- градным вином
Ртуть	тератогенное и му- тагенное действие	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Ванадий	увеличение риска развития опухолей	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и ас- фальта
Уран	увеличение коли- чества раковых заболеваний	работа на добыче и переработке урано- вых руд
Бериллий	ярко выраженное канцерогенное дей- ствие	вдыхание атмосферного воздуха содер- жащего бериллий при работе в металлур- гии, самолётостроении, ракетостроении, в производстве атомной техники

Влияние на онкологические заболевания нарушения минерального обмена

На онкологические заболевания существенное влияние оказывает недостаток в организме 9, а также избыток 12 химических элементов. Повышение вероятности онкологических заболеваний возникает при нехватке магния, железа, цинка, кремния, селена, марганца и германия или же при перегрузке организма железом, кадмием, селеном, хромом, ванадием, бериллием, ураном и стронцием⁹⁰. Возникновение новообразований злокачественного характера в брюшной полости и плевре может произойти при повышении в организме уровня кремния. Риск развития рака щитовидной железы вероятен при пониженном содержании иода.

Повышение риска развития рака легких, почек, кожи провоцирует избыток никеля (особенно карбонил никеля). Развития рака печени, гортани, глаз, кожи (рак Боуэна) и крови возможно при интоксикации мышьяком. Тератогенным и мутагенным действием обладает избыточная ртуть.

Повышение риска развития рака пищевода может возникнуть при нехватке молибдена.

Таблица 104. Влияние на онкологические заболевания нарушения минерального обмена

Влияние на онкологические заболевания	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Повышение вероятности онкологических заболеваний	магний, железо, цинк, кремний, селен, марганец, германий	железо, кадмий, селен, хром, ванадий, бериллий, уран, стронций ⁹⁰
Возникновение новообразований злокачественного характера в брюшной полости и плевре		кремний
Риск развития рака щитовидной железы	йод	
Повышение риска развития рака легких, почек, кожи		никель (особенно карбонил никеля)
Развития рака печени, гортани, глаз, кожи (рак Боуэна) и крови		мышьяк
Тератогенное и мутагенное действие		ртуть
Повышение риска развития рака пищевода	молибден	

2.25. Мочевыделительная система

Почки чутко реагируют на изменения содержания в организме различных химических элементов. Так, гипонатриемия сопровождается олигурией или даже анурией; снижением концентрации мочи. При гипокалиемии нарушается функция почек, снижается концентрация мочи, учащается мочеиспускание, появляется полиурия с переходом в анурию. Гипохлоремия приводит к нарушению мочеиспускания; сбоям в работе почек. Недостаток в организме железа проявляется недержанием мочи во время смеха или чихания. Снижение в организме уровня молибдена может привести к образованию ксантиновых камней в почках.

Причинами нехватки этих химических элементов являются: недостаточное их поступление с пищей или избыточное выведение через кожу,

почки и пищеварительный тракт под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек; физиологические или патологические кровопотери; длительное парентеральное питание, злоупотребление слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника.

Источниками поступления в организм этих элементов являются: солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи, крупы, овощи, фрукты, ягоды, печень, почки.

Таблица 105. Влияние нехватки химических элементов на мочевыделительную систему

Недостающий химический элемент	Влияние на мочевыделительную систему	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	олигурия или анурия; гипонатриурия, снижение концентрации мочи	недостаточное поступление пищи или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла, поваренная соль
Калий	нарушение функции почек, снижение концентрации мочи, учащенное мочеиспускание, полиурия с переходом в анурию	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Хлор	нарушение мочеиспускания; сбои в работе почек	дефицит в рационе поваренной соли или чрезмерной её потери	Хлеб ржаной, сыры, поваренная соль

Железо	недержание мочи во время смеха или чихания	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, миндаль, фундук, грецкие и кедровые орехи
Молибден	образование ксантиновых камней в почках	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль

Влияние избытка химических элементов на мочевыделительную систему

Избыток некоторых химических элементов приводит к различным нарушениям в работе почек. Гипернатриемия вызывает повышение содержания остаточного азота в крови. Хроническая гиперкальциемия сопровождается нефрокальцинозом, почечными конкрементами; полидипсией и полиурией; при гиперкальциемии более 18 мг/дл (более 4,5 ммоль/л) возникает почечная недостаточность. Повышение в организме уровня кремния возможно образование камней в почках, мочекаменная болезнь. Излишки рубидия могут вызвать протеинурию.

Интоксикация свинцом осложняется прогрессирующей почечной недостаточностью. Избыточность меди проявляется гемолизом эритроцитов, гемоглобинурией. Чрезмерное поступление в организм алюминия может привести к дисфункции почек. Увеличенному содержанию кадмия сопутствует «кадмиевый» ренит и нефропатия: протеинурия со связыванием ретинола и лизоцима; глюкозурия; аминоацидоурия; β_2 -микроглобулинурия. Высокий уровень иода может вызвать поражение почек; гематурию. Избыток бора также приводит к поражению почек.

Запредельный уровень никеля сопровождается дистрофией почек; повышением уровня уробилина в моче. Излишки хрома могут вызвать по-

чечную недостаточность. Отравление мышьяком проявляется нефропатией; острой почечной недостаточностью. Переизбыток лития способен вызвать частое мочеиспускание; повышенный диурез. Интоксикация ртутью приводит к протеинурии; язвенно-некротическому нефрозонофриту; болям, нарушению выделительной функции почек вплоть до полной анурии.

Повышение в организме содержания молибдена проявляется накоплением азотистых шлаков в крови; повышением уровня мочевой кислоты в моче; подагрой, уратурией, мочекаменной болезнью. Избыток германия приводит к поражению почек. Отравление сурьмой сопровождается усиленным мочеотделением (при тяжелом отравлении – анурия), воспалением почек; почечной недостаточностью. Интоксикация теллуrom вызывает цистит (императивные позывы, частое и болезненное мочеиспускание), нарушение функции почек; боли в области поясницы (почечные); гематурию; в моче выявляется теллур.

При ингаляционном воздействии галлий содержащего аэрозоля возникает поражение почек. При хроническом поступлении иттрия сульфата в малых дозах возникает расстройствомодинамики и диффузно очаговые изменения, как в корковом, так и в мозговом веществе почек с развитием гидрорической и углеводной дистрофий. Интоксикация висмутом сопровождается почечной недостаточностью, альбуминурией, цилиндрурией; при остром отравлении препаратами висмута развивается острая почечная недостаточность, олигурия, анурия.

Чрезмерное поступление в организм таллия приводит к олигурии, протеинурии, азотемии, цилиндрурии. Повышенный в организме уровень золота может вызвать протеинурию. Избыток ванадия проявляется почечной недостаточностью. Повышение уровня урана сопровождается протеинурией, глюкозурией, олигурией.

Причинами избытка этих химических элементов являются: избыточное поступление с водой, воздухом, продуктами питания и медикаментами; интенсивное курение; экологические загрязнения и производственные вредности; воздействие недостатка или избытка некоторых химических элементов, повышающих усвоение тех или иных обсуждаемых веществ.

Таблица 106. Влияние избытка химических элементов на мочевыделительную систему

Избыточный химический элемент	Влияние на мочевыделительную систему	Причины избытка химического элемента
Натрий	повышение содержания остаточного азота в крови	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли, сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс

Кальций	нефрокальциноз, почечные конкременты; полидипсия и полиурия; гиперкальциемия более 18 мг/дл (более 4,5 ммоль/л) вызывает почечную недостаточность	гиперпаратиреоз, повышенная костная резорбция, повышенная почечная резорбция или сниженная секреция, повышенное всасывание в кишечнике
Кремний	образование камней в почках, мочекаменная болезнь	систематическое вдыхание пыли, содержащей свободную двуокись кремния в высоких концентрациях при профессиональной деятельности, связанной с добывающей промышленностью, контактами с цементом, асбестом, стеклом, аэрозолями, кварцем; избыточное поступление кремния в организм с пищей; нарушение регуляции обмена кремния
Рубидий	протеинурия	работа в стекольной, химической и электронной промышленности, рубидий может в больших количествах поступать в организм с пищей и водой – это зависит от геологических особенностей местности
Свинец	прогрессирующая почечная недостаточность	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Медь	гемолиз эритроцитов, гемоглобинурия	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Алюминий	дисфункция почек	работа на производстве с различными соединениями алюминия, проживание в местах с повышенным его содержанием, использование алюминиевой посуды, применение медицинских препаратов и декоративной косметики с алюминием, использование пищи, сохраняемой в металлических банках и фольге

Кадмий	«кадмиевый» ренит и нефропатия; протеинурия со связыванием ретинола и лизоцима; глюкозурия; аминокидоурия; β 2-микроблибулинурия	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Иод	поражение почек; гематурия	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Бор	поражение почек	передозировка препаратов бора, повышенное содержания в почве либо в питьевой воде
Никель	дистрофия почек; повышение уровня уробилина в моче	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Хром	почечная недостаточность	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа
Мышьяк	нефропатия; острая почечная недостаточность	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Литий	частое мочеиспускание; повышенный диурез	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклодувной промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов психиатрии
Ртуть	протеинурия; язвенно-некротический нефрозонефрит; боли, нарушение выделительной функции почек вплоть до полной анурии	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов

Молибден	накопление азотистых шлаков в крови; повышение уровня мочевой кислоты в моче; подагра, уратурия, мочекаменная болезнь	вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях (изготовление жаропрочных и кислотоустойчивых сплавов, радиоламп, нитей накаливания, в конструкции атомных реакторов); излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь
Германий	поражение почек	работа, связанная с изготовлением диодов, триодов, кристаллических детекторов, силовых выпрямителей, приборов, измеряющих напряженность постоянных и переменных магнитных полей, а также детекторов инфракрасного излучения
Сурьма	усиленное мочеотделение (при тяжелом отравлении – анурия), воспаление почек; почечная недостаточность	работа в производстве электротехники, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Теллур	цистит (императивные позывы, частое и болезненное мочеиспускание), нарушение функции почек; боли в области поясницы (почечные); гематурия; в моче выявляется Теллур	работа в металлургическом производстве
Галлий	при ингаляционном воздействии галлийсодержащего аэрозоля возникает поражение почек	работа в электронной промышленности при производстве полупроводников использованием арсенида галлия

Иттрий	при хроническом поступлении иттрия сульфата в малых дозах возникает расстройство гемодинамики и диффузно очаговые изменения, как в корковом, так и в мозговом веществе почек с развитием гидронефротической и углекислотной дистрофий	работа в производстве керамики и стекла приборов в электронной промышленности
Висмут	почечная недостаточность, альбуминурия, цилиндрурия; при остром отравлении препаратами висмута развивается острая почечная недостаточность, олигурия, анурия	длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с больными почками
Таллий	олигурия, протеинурия, азотемия, цилиндрурия	работа на производствах обжига пирита, плавления руд (сульфидные руды, богатые калием минералы), сжигания угля, получения полупроводников, цемента, специального стекла с добавками таллия; контакт с химикатами, предназначенными для борьбы с грызунами, – родентициды (сульфаты таллия)
Золото	протеинурия	передозировка золотосодержащих противоревматических средств
Ванадий	почечная недостаточность	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Уран	протеинурия, глюкозурия, олигурия	работа на добыче и переработке урановых руд

Влияние на мочевыделительную систему нарушения минерального обмена

К нарушению функции мочевыделительной системы приводит нехватка 5 или переизбыток 26 химических элементов. К примеру, учащенное

мочеиспускание наблюдается при гипокалиемии, а также при повышении в организме уровня лития и теллура. Недержание мочи вовремя смеха или чихания вызывается недостатком железа. К циститу может привести избыток теллура. Поражение почек возникает от повышенного содержания в организме 11 химических элементов. Снижение концентрации мочи происходит при гипокалиемии и гипонатриемии.

Протеинурия провоцируется избытком рубидия, кадмия, ртути, таллия, золота и урана. Цилиндрурия возникает при повышении в организме уровня висмута и таллия. Появление гемоглобина в моче может быть вызвано избытком меди, иода и теллура. Повышение содержания остаточного азота в крови происходит при гипернатриемии, увеличении содержания молибдена и таллия. Сахар в моче обнаруживается при излишках урана. Повышение уровня уробилина в моче связано с избыточным никелем. Полиурия может быть вызвана гипокалиемией или гиперкальциемией и переизбытком лития и сурьмы. Олигурия возникает при гипонатриемии или же избытке ртути, висмута и таллия. К анурии приводят гипокалиемия и гипонатриемия, а также интоксикация ртутью и висмутом.

Образование почечных конкрементов возможно при нехватке молибдена, а также гиперкальциемии и переизбытке кремния и молибдена. К почечной недостаточности приводит гиперкальциемия ($>4,5$ ммоль/л), а также повышение уровня свинца, хрома, мышьяка, ртути, сурьмы, висмута и ванадия. Язвенно-некротический нефрозонефрит может явиться следствием отравления ртутью. Повышение уровня мочевой кислоты в моче и подагра возникают при избытке молибдена. Диффузно-очаговые изменения, как в корковом, так и в мозговом веществе почек с развитием гидропической и углеводной дистрофии выявляются при поражении сульфатом иттрия.

Таблица 107. Влияние на мочевыделительную систему нарушения минерального обмена

Влияние на мочевыделительную систему	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Учащенное мочеиспускание	калий	литий, теллур
Недержание мочи вовремя смеха или чихания	железо	
Цистит		теллур
Поражение почек		иод, бор, медь, алюминий, никель, мышьяк, германий, теллур, иттрия сульфат, галлий (аэрозоль)

Снижение концентрации мочи	калий, натрий	
Протеинурия		рубидий, кадмий, ртуть, таллий, золото, уран
Цилиндрурия		висмут, таллий
Появление гемоглобина в моче		медь, иод, теллур
Повышение содержания остаточного азота в крови		натрий, молибден, таллий
Сахар в моче		уран
Повышение уровня уробилина в моче		никель
Полиурия	калий	кальций, литий, сурьма
Олигурия	натрий	ртуть, висмут, таллий
Анурия	калий, натрий	ртуть, висмут
Образование почечных конкрементов	молибден	кальций, кремний, молибден
Почечная недостаточность		кальций >4,5 ммоль/л, свинец, хром, мышьяк, ртуть, сурьма, висмут, ванадий
Язвенно-некротический нефрозонофрит		ртуть
Повышение уровня мочевой кислоты в моче и подагра		молибден
Диффузно-очаговые изменения, как в корковом, так и в мозговом веществе почек с развитием гидрорической и углеводной дистрофий		иттрия сульфат

2.25. Репродуктивная система

Репродуктивная система чрезвычайно чувствительна к нарушению баланса в организме различных химических элементов. К примеру, гипокалиемия может привести к эрозии шейки матки и бесплодию. Снижение в организме уровня серы сопряжено с нару-

шением репродуктивности. Недостаток цинка вызывает гипогонадизм и позднее половое созревание у детей (особенно у мальчиков); снижение оплодотворяющей способности сперматозоидов; снижение сексуальной активности, импотенцию у мужчин; увеличение риска развития аденомы простаты; преждевременные роды, рождение ослабленных детей, стерильность у женщин.

Отсутствии в организме достаточного уровня рубидия сопровождается выкидышами и преждевременными родами. Недостаточность брома нарушает половую функцию у мужчин; увеличивает вероятность выкидыша при беременности и преждевременные роды. Нехватка меди может привести к отставанию девочек в половом развитии; нарушению менструального цикла; понижению либидо у женщин, отказу от регулярной половой жизни; неспособности зачать ребенка. Уменьшение в организме содержания иода проявляется снижением полового влечения мужчин; сбоями в менструальном цикле у девушек; повышенной смертностью в перинатальный период; рождением мертвых детей; бесплодием. Недостаточное количество в организме бора способно вызвать дисбаланс половых гормонов.

Дефицит в организме селена может проявиться отсутствием полового влечения, импотенцией, мужским бесплодием; негативными изменениями в течении менструального цикла у женщин; выкидышами, преждевременными родами, проблемами с репродуктивной функцией, вплоть до бесплодия; гинекологическими заболеваниями; ранним климаксом. Нехватка марганца может привести к атрофическим процессам в половых железах (яичниках у женщин и яичек у мужчин), ановуляции, нарушению потенции и бесплодию; раннему климаксу. Снижение в организме содержания мышьяка повышает фертильность. Отсутствие должного уровня молибдена сопряжено с повышением риска импотенции. Недостаток кобальта сопровождается расстройством менструального цикла. Уменьшение в организме ванадия может привести к бесплодию.

Нехватка этих химических элементов возникает при: недостаточном поступлении с продуктами питания, избыточном выделении под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек; избыточном употреблении продуктов, содержащих белок; дисбактериозе кишечника; парентеральном питании, ожогах, чрезмерном поступлении в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголя; вегетарианстве; проживании в местностях, где содержание этих элементов в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря); слишком частом потреблении полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелом физическом труде, интенсивных занятиях спортом; высоком содержании нитратов в зелени, овощах.

Поступление в организм этих химических элементов обеспечивается сбалансированным питанием, включающем: бобовые, мясо, рыбу, орехи, семена, крупы, овощи, фрукты, молочные продукты, печень, морепродукты.

Таблица 108. Влияние нехватки химических элементов на репродуктивную систему

Недостающий химический элемент	Влияние на репродуктивную систему	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Калий	эрозия шейки матки, бесплодие	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Сера	нарушение репродуктивности	избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; сбой в обмене серосодержащими соединениями.	Индейка, бобовые, мясо, рыба, орехи, курица, яйца, пшеница
Цинк	гипогонадизм и позднее половое созревание у детей (особенно у мальчиков); снижение оплодотворяющей способности сперматозоидов; снижение сексуальной активности, импотенция у мужчин; увеличение риска развития аденомы простаты; преждевременные роды, рождение ослабленных детей, стерильность у женщин	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, животные печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль

Рубидий	выкидыши и преждевременные роды	слишком малое поступление этого микроэлемента с продуктами питания	Картофель, лук репчатый, свекла, томаты, виноград кишмиш
Бром	нарушение половой функции у мужчин; увеличение вероятности выкидыша при беременности и преждевременные роды	малое употребление в пищу растительных продуктов, или проживание в местностях, где содержание микроэлемента в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря)	Морская капуста, креветки, треска, пшеница, грецкие орехи, арахис, миндаль, фундук
Медь	отставание девочек в половом развитии; нарушение менструального цикла; понижение либидо у женщин, отказ от регулярной половой жизни; неспособность зачать ребенка	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль, крупы
Иод	снижение полового влечения мужчин; сбои в менструальном цикле у девушек; повышенная смертность в перинатальный период; рождение мертвых детей; бесплодие	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России	Морская капуста, орех кедровый, рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые

Бор	дисбаланс половых гормонов	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи
Селен	отсутствие полового влечения, импотенция, мужское бесплодие, негативные изменения в течении менструального цикла у женщин; выкидыши, преждевременные роды, проблемы с репродуктивной функцией, вплоть до бесплодия; гинекологические заболевания; ранний климакс	слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Марганец	атрофические процессы в половых железах (яичниках у женщин и яичек у мужчин), ановуляция, нарушение потенции и бесплодие; ранний климакс	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис
Мышьяк	повышение фертильности	недостаточное поступление (1 мкг/день и менее)	Вина, рыба, ракообразные, томат, овощи, пшеница, картофель

Молибден	повышение риска импотенции	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Кобальт	расстройство менструального цикла	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Ванадий	бесплодие	нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ	Крупы, бобовые, фисташки, картофель, фундук, морковь, свекла, миндаль

Влияние избытка химических элементов на репродуктивную систему

Избыточное количество некоторых химических элементов также изменяет функции репродуктивной системы. Так, продолжительная гипернатриемия вызывает нарушение менструального цикла у женщин, преждевременные роды, отставание в развитии и серьезные патологии плода. Чрезмерное количество железа снижает сексуальное влечение; нарушает функции яичек. Увеличению в организме цинка сопутствует нарушение работы простаты. Интоксикация свинцом снижает потенцию. Перенасыщение медью обостряет предменструальный синдром; приводит к задержке менструации и обильным месячным.

Излишки кадмия могут вызвать поражение половой системы, простатопатию с риском развития новообразований и некроза яичек.

Повышение содержания бора сопровождается ухудшением спермограммы у мужчин; снижением половой активности; токсическим действием во время беременности на эмбрион с возможностью возникновения у новорожденных дефектов (исследования на животных). Избыток никеля может привести к заболеванию репродуктивных органов. Увеличение в организме уровня лития проявляется снижением либидо. Интоксикация ртутью приводит к нарушению менструального цикла; выкидышам, гибели плода.

Чрезмерный уровень в организме молибдена вызывает сбой процессов оплодотворения. Избыток кобальта нарушает фертильность у мужчин. Интоксикация сурьмой может привести к нарушению менструального цикла; гинекологическим заболеваниям, учащению кровотечений во II периоде родов, повышению частоты самопроизвольных выкидышей в поздние сроки беременности; бесплодию; у мужчин нарушению половой функции. Избыточное количество теллура проявляется эмбриотоксическими эффектами. Повышенный в организме уровень радия вызывает нарушение овариально-менструальной функции.

Причинами избытка в организме этих химических элементов могут быть: чрезмерное поступление с пищевыми продуктами, водой, воздухом медикаментами и пищевыми добавками; чрезмерное курение, алкоголизм; экологическое загрязнение и производственные вредности.

Таблица 109. Влияние избытка химических элементов на репродуктивную систему

Избыточный химический элемент	Влияние на репродуктивную систему	Причины избытка химического элемента
Натрий	нарушение менструального цикла у женщин, преждевременные роды и отставание в развитии и серьезные патологии плода	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс
Железо	снижение сексуального влечения; нарушение функции яичек	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание

Цинк	нарушение работы простаты	чрезмерное поступление цинка в организм в условиях производства; неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази; нарушение цинкового обмена
Свинец	снижение потенции	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Медь	предменструальный синдром; задержка менструации и обильные месячные	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Кадмий	поражение половой системы, простатопатия с риском развития новообразований и некроза яичек	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Бор	ухудшение спермограммы у мужчин; снижение половой активности; токсическое действие во время беременности на эмбрион с возможностью возникновения у новорожденных дефектов (исследования на животных)	передозировка препаратов бора, повышенное содержание в почве либо в питьевой воде
Никель	болезнь репродуктивных органов	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Литий	снижение либидо	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклодувной промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов в психиатрии

Ртуть	нарушение менструального цикла; выкидыш, гибель плода	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Молибден	сбой процессов оплодотворения	вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях (изготовление жаропрочных и кислотоустойчивых сплавов, радиоламп, нитей накаливания, в конструкции атомных реакторов); излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь
Кобальт	нарушение фертильности у мужчин	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина B ₁₂
Сурьма	нарушение менструального цикла; гинекологические заболевания, учащение кровотечений во II периоде родов, повышение частоты самопроизвольных выкидышей в поздние сроки беременности; бесплодие; у мужчин нарушением половой функции	работа в производстве электротехники, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Теллур	эмбриотоксические эффекты	работа в металлургическом производстве
Радий	нарушение овариально-менструальной функции	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние на репродуктивную систему женщин нарушения минерального обмена

К нарушению функции репродуктивной системы женщин приводит нехватка 12, а также переизбыток 9 химических элементов. Так, гипогонадизм и позднее половое созревание у детей обнаруживается при низком уровне цинка. Отставание девочек в половом развитии замечено при недостатке меди. Сбои в менструальном цикле у девушек вызывает снижение уровня иода, меди, кобальта и селена, а также гипернатриемия, увеличение содержания меди, ртути, сурьмы и радия. Обильные месячные происходят при излишках меди. Обострение предменструального синдрома может быть из-за недостатка хрома или переизбытка меди. Снижение полового влечения может возникнуть от недостатка селена и меди, а также излишков лития.

Заболевания репродуктивных органов могут обнаруживаться при высоком уровне в организме никеля. К эрозии шейки матки может привести продолжительная гипокалиемия. Дисбаланс половых гормонов наступает при низком уровне бора. Нарушение репродуктивности выявляется при продолжительной гипокалиемии, уменьшении в организме серы, марганца и ванадия, а также повышении уровня молибдена, кобальта и сурьмы. Стерильность у женщин может возникнуть при продолжительной гипокалиемии, недостатке цинка, меди, иода, селена, марганца и ванадия, а также при переизбытке сурьмы.

Преждевременные роды возможны в случаях нехватки цинка, рубидия и селена или при продолжительной гипернатриемии. Увеличение вероятности выкидыша угрожает при недостатке брома, а также интоксикации ртутью или сурьмой. Рождение ослабленных детей может произойти при низком уровне в организме цинка или продолжительной гипернатриемии. К серьёзным патологиям плода может привести продолжительная гипернатриемия и повышение содержания бора. Гибель плода может произойти при низком уровне в организме иода, а также при интоксикации ртутью. Гинекологические заболевания и ранний климакс могут возникнуть при снижении содержания в организме селена и марганца.

**Таблица 110. Влияние на репродуктивную систему
женщин нарушения минерального обмена**

Влияние на репродуктивную систему женщин	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Гипогонадизм и позднее половое созревание у детей	цинк	

Отставание девочек в половом развитии	медь	
Сбои в менструальном цикле у девушек	иод, медь, кобальт, селен	натрий, медь, ртуть, сурьма, радий
Обильные месячные		медь
Обострение предменструального синдрома	хром	медь
Снижение полового влечения	селен, медь	литий
Заболевания репродуктивных органов		никель
Эрозия шейки матки	калий	
Дисбаланс половых гормонов	бор	
Нарушение репродуктивности	калий, сера, марганец, ванадий	молибден, кобальт, сурьма
Стерильность у женщин	калий, цинк, медь, иод, селен, марганец, ванадий	сурьма
Преждевременные роды	цинк, рубидий, селен	натрий
Увеличение вероятности выкидыша	бром	ртуть, сурьма
Рождение ослабленных детей	цинк	натрий
Серьёзные патологии плода		натрий, бор
Гибель плода	иод	ртуть
Ранний климакс	селен, марганец	
Гинекологические заболевания	селен, марганец	

Влияние на репродуктивную систему мужчин нарушения минерального обмена

К нарушению функции репродуктивной системы мужчин приводит нехватка 11, а также переизбыток 7 химических элементов. К примеру, гипогонадизм и позднее половое созревание особенно у мальчиков выявляется при нехватке цинка. Снижение сексуального влечения может наблюдаться при низком уровне в организме цинка, иода и селена, а также при повышении содержания железа и лития. Нарушение функции яичек может произойти при сниженном цинке и повышенном уровне железа. К заболеваниям репродуктивных органов может привести излишки никеля.

Дисбаланс половых гормонов возникает при низком уровне в организме бора. К нарушению репродуктивности приводит длительная гипокалиемия, а также недостаток серы, хрома и ванадия. Снижение потенции происходит при нехватке цинка, марганца, селена и молибдена или при интоксикации свинцом и сурьмой. Нарушения работы простаты может происходить при повышенном уровне в организме цинка и кадмия. Увеличению риска развития аденомы простаты способствует недостаток в организме цинка. Риск развития новообразований и некроза яичек может возникнуть при увеличении содержания в организме кадмия. Снижение оплодотворяющей способности сперматозоидов происходит при недостатке цинка, а также избытке бора.

Таблица 111. Влияние на репродуктивную систему мужчин нарушения минерального обмена

Влияние на репродуктивную систему мужчин	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Гипогонадизм и позднее половое созревание особенно у мальчиков	цинк	
Снижение сексуального влечения	цинк, иод, селен	железо, литий
Нарушение функции яичек	цинк	железо
Заболевания репродуктивных органов		никель
Дисбаланс половых гормонов	бор	
Нарушение репродуктивности	калий, сера, хром, ванадий	
Снижение потенции	цинк, марганец, селен, молибден	свинец, сурьма
Нарушения работы простаты		цинк, кадмий
Увеличение риска развития аденомы простаты	цинк	
Риск развития новообразований и некроза яичек		кадмий
Снижение оплодотворяющей способности сперматозоидов	цинк	бор

2.27. Рост и развитие

На рост и развитие влияет значительное число химических элементов. Так, недостаток цинка

приводит к задержке роста. Снижение в организме уровня рубидия проявляется задержкой развития и роста. Нехватка стронция также сопровождается угнетением роста. Уменьшение в организме брома и алюминия вызывает замедление роста в детском и подростковом возрасте. Малое количество кадмия и олова замедляют рост в детском и подростковом возрасте. Недостаточность иода в первые 6 месяцев беременности матери приводит к физическим, неврологическим, умственным дефектам вплоть до кретинизма.

В случае дефицита бора ухудшается развитие костной ткани; задерживается рост. При недостатке никеля происходит задержка физического развития; укорочение нижних конечностей. Уменьшение в организме содержания хрома задерживается рост в детском возрасте, включая внутренние органы, что приводит к их функциональной недостаточности. Недостаток марганца сопровождается задержкой роста особенно в детском возрасте. Снижение в организме концентрации лития и мышьяка выражается замедлением роста и развития организма. Недостаток молибдена отражается снижением скорости роста; нарушением нормального развития головного мозга. При нехватке кобальта замедляется развитие в детском возрасте.

Таблица 112. Влияние нехватки химических элементов на рост и развитие

Недостающий химический элемент	Влияние на рост и развитие	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Цинк	задержка роста	послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, животные печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Рубидий	задержка развития и роста	слишком малое поступление этого микроэлемента с продуктами питания	Картофель, лук репчатый, свекла, томаты, виноград кишмиш

Стронций	угнетение роста	иногда пониженное содержание стронция фиксируется у кормящих матерей	Абрикосовый сок, зерна пшеницы и изделия из неё, фундук, фисташки, овёс, горох, соя
Бром	замедление роста в детском и подростковом возрасте	малое употребление в пищу растительных продуктов, или проживание в местностях, где содержание микроэлемента в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря)	Морская капуста, креветки, треска, пшеница, грецкие орехи, арахис, миндаль, фундук
Алюминий	замедление роста и развитие детей и подростков	в медицинской практике за всю историю зафиксировано несколько единичных случаев недостаточности алюминия в организме человека	Овсяные хлопья, зерна ржи, зерна пшеницы, горох, рисовая крупа, картофель
Кадмий	замедление роста	недостаточное поступление кадмия в организм (менее 0,5 мкг/сутки)	Креветки, почки животных, какао-порошок, рыба, шампиньоны, рис
Олово	замедление роста	недостаточное поступление с продуктами питания	Мясо, фисташки, сдоба, сухарики, кукуруза, рожь, зелёный горошек
Иод	физические, неврологические, умственные дефекты кретинизма в первые 6 месяцев беременности матери	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России	Морская капуста, орех кедровый, рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые

Бор	ухудшение развития костной ткани; задержка роста	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи
Никель	задержка физического развития; укорочение нижних конечностей	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, миндаль, крупы, яблоки, груши
Хром	задержка роста в детском возрасте, в том числе и внутренних органов, что приводит к их функциональной недостаточности	недостаточное поступление этого элемента (20 мкг/день и менее).	Пивные дрожжи, фундук, рыба, субпродукты, груши, молоко, куры, миндаль
Марганец	задержка роста особенно в детском возрасте	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис
Мышьяк	замедление роста и развития организма	недостаточное поступление (1 мкг/день и менее)	Вина, рыба, ракообразные, томат, овощи, пшеница, картофель
Цезий	задержка роста и развития	недостаточное поступление с продуктами питания	злаковые, свёкла, морковь, картофель, репа, яблоки, апельсины

Молибден	снижение скорости роста; нарушение нормального развития головного мозга	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Кобальт	замедление развития в детском возрасте	недостаточное поступление этого элемента в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль

Влияние избытка химических элементов на рост и развитие

Избыток некоторых химических элементов также неблагоприятно влияет на рост и развитие организма. При повышении в организме уровня рубидия происходит замедление роста и развития. Излишки стронция приводят к дистрофическим изменениям костей и суставов в период интенсивного роста у детей (стронциевый рахит). Интоксикация свинцом сопровождается нарушением развития у детей. Увеличение в организме содержания алюминия опасно развитием рахита. При увеличении уровня олова повышается уровень возбудимости и агрессивного поведения у детей.

Возрастание количества бора во время беременности оказывает токсическое действие на эмбрион с возможностью возникновения у новорожденных дефектов (исследования на животных). Избыточный никель вызывает замедление роста и развития у детей. Повышение в организме уровня марганца проявляется развитием марганцевого рахита, который мало отличается от классического. Интоксикация мышьяком снижает остроту слуха у детей. При избыточном молибдене происходит замедление роста. У детей работниц перерабатывающего производства сурьмы наблюдается отказ от груди и отставание роста. Снижение в организме уровня ванадия приводит к задержке роста.

**Таблица 113. Влияние избытка химических элементов
на рост и развитие**

Избыточный химический элемент	Влияние на рост и развитие	Причины избытка химического элемента
Рубидий	замедление роста и развития	поступление около 1000 мг рубидия в сутки с пищей и водой, зависящее от геологических особенностей местности
Стронций	дистрофические изменения костей и суставов, в период интенсивного роста у детей (стронциевый рахит)	повышенное содержание стронция в почве и растительных продуктах питания
Свинец	нарушение развития у детей	продукты питания с избыточным содержанием свинца
Алюминий	развитие рахита	проживание в местах с повышенным содержанием алюминия в воздухе и окружающей среде; использование алюминиевой посуды для приготовления блюд и питания из них; попадание ионов алюминия в организм с питьевой водой
Олово	повышение уровня возбудимости и агрессивного поведения у детей	пыль и пары выхлопных газов автомобилей при проживании рядом с трассами
Бор	токсическое действие во время беременности на эмбрион с возможностью возникновения у новорожденных дефектов (исследования на животных)	повышенное содержание бора в почве либо в питьевой воде, при избыточном спринцевании раствором борной кислоты
Никель	замедление роста и развития у детей	использования некачественной посуды, дыхание табачным дымом, получение избыточной дозы продуктами, водопроводной водой

Марганец	развитие марганцевого рахита, который мало отличается от классического	избыточное содержание марганца в воде при экологическом загрязнении
Мышьяк	снижение остроты слуха у детей	отравление содержащими мышьяк пестицидами и гербицидами, нарушение регуляции обмена мышьяка, дыхание табачным дымом
Молибден	замедление роста	излишнее поступление молибдена с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь
Сурьма	отказ от груди и отставание роста у детей работников перерабатывающего производства сурьмы	работа в производствеелектро-техники, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Теллур	торможение роста	загазованность отходами металлургической промышленности и сжигания угля
Ванадий	задержка роста	загазованность выбросами на металлургических заводах, при изготовлении стекла и асфальта

Влияние нарушения минерального обмена на рост и развитие

В общей сложности нарушения роста и развития возникают при недостатке 16 или переизбытке 13 химических элементов. К примеру, задержка роста детей наблюдается при нехватке 12 или излишках 5 элементов. Нарушение развития детей выявляется при низком уровне рубидия, алюминия, иода, никеля, мышьяка, цезия и кобальта, а также при интоксикации свинцом. К нарушению нормального развития головного мозга приводит недостаток молибдена. Снижение остроты слуха у детей происходит при интоксикации мышьяком.

Ухудшение развития костной ткани возникает от нехватки бора, а также избытке стронция и никеля. К укорочению нижних конечностей приводит недостаток никеля. Причиной развития рахита может стать по-

вышение в организме уровня алюминия, стронция и марганца. Высокий уровень возбудимости и агрессивное поведение у детей наблюдается при увеличении в организме содержания олова. Развитие у эмбриона физических, неврологических, умственных дефектов кретинизма возможно при недостатке иода в первые 6 месяцев беременности матери.

Таблица 114. Влияние нарушения минерального обмена на рост и развитие

Влияние на рост и развитие	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Задержка роста детей наблюдается	цинк, рубидий, стронций, бром, алюминий, олово, бор, хром, марганец, мышьяк, цезий, молибден	рубидий, никель, молибден, сурьма, ванадий
Нарушение развития детей	рубидий, алюминий, иод, никель, мышьяк, цезий, кобальт	свинец
Нарушение нормального развития головного мозга	молибден	
Снижение остроты слуха у детей		мышьяк
Ухудшение развития костной ткани	бор	стронций, никель
Укорочение нижних конечностей	никель	
Развитие рахита		алюминий, стронций, марганец
Высокий уровень возбудимости и агрессивное поведение у детей		олово
Развитие у эмбриона физических, неврологических, умственных дефектов кретинизма в первые 6 месяцев беременности матери	иод	

2.28. Процессы старения

Нехватка в организме некоторых химических элементов существенно влияет на процессы старения.

Так, недостаточное содержание цинка приводит к ускорению старения. Снижение уровня кремния сопровождается ранним появлением морщин и их быстрым прогрессированием. Малое количество рубидия обрекает на преждевременную старость и сокращение продолжительности жизни. Недостаток брома также может влиять на уменьшение продолжительности жизни. При низком содержании меди наблюдается преждевременное появление седины и раннее старение организма. В случаях недостаточности селена может наступить ранний климакс и преждевременное старение. Нехватка марганца также может вызвать преждевременное старение.

Причинами нехватки этих химических элементов в организме могут являться: недостаточное поступление с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; физические перегрузки; парентеральное питание, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство; проживание в местностях, где содержание этих элементов в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря); избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; алкоголизм; слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов.

Источниками этих химических элементов могут служить: свекла, морковь, картофель, лук репчатый, печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль, бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, морепродукты, рыба, клюква, пшеница.

Таблица 115. Влияние нехватки химических элементов на процессы старения

Недостающий химический элемент	Влияние на процессы старения	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Цинк	ускорение старения	парентеральное питание, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка	Свекла, морковь, печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль

Кремний	раннее появление морщин и их быстрое прогрессирование	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена
Рубидий	преждевременная старость и сокращение продолжительности жизни	слишком малое поступление рубидия с продуктами питания	Картофель, лук репчатый, свекла, томаты, виноград кишмиш
Бром	уменьшение продолжительности жизни	малое употребление в пищу растительных продуктов, или проживание в местностях, где содержание микроэлемента в окружающей среде низкое (горные области и регионы, далекие от моря)	Морская капуста, креветки, треска, пшеница, грецкие орехи, арахис, миндаль, фундук
Медь	раннее старение организма, преждевременное появление седины	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, фундук, крупы

Селен	преждевременное старение, ранний климакс	слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Марганец	преждевременное старение	недостаточное поступление марганца с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис

Влияние избытка химических элементов на процессы старения

Избыток в организме некоторых химических элементов также может оказывать влияние на процессы старения. Так, наличие в организме чрезмерного количества рубидия и алюминия приводит к сокращению срока жизни. Переизбыток иода проявляется ранней сединой. Интоксикация мышьяком также вызывает преждевременное поседение и выпадение волос.

Причинами избытка в организме этих химических элементов могут быть: избыточное поступление с продуктами питания и водой; проживание в местах с повышенным содержанием этих элементов в воздухе и окружающей среде; использование из них посуды для приготовления блюд; нарушения обмена и случайное употребление соединений, содержащих эти элементы; интенсивное курение.

Таблица 116. Влияние избытка химических элементов на процессы старения

Избыточный химический элемент	Влияние на процессы старения	Причины избытка химического элемента
Рубидий	сокращение срока жизни	поступление с продуктами питания и водой более 1000 мг рубидия в сутки

Алюминий	сокращение жизни человека	проживание в местах с повышенным содержанием алюминия в воздухе и окружающей среде; использование алюминиевой посуды для приготовления блюд и питания из них; попадание ионов алюминия в организм с питьевой водой
Иод	ранняя седина	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Мышьяк	преждевременное поседение и выпадение волос	отравление содержащими мышьяк пестицидами и гербицидами, нарушение регуляции обмена мышьяка, дыхание табачным дымом

Влияние нарушения минерального обмена на процессы старения

На процессы старения оказывает заметное влияние недостаток в организме 7, а также избыток 4 химических элементов. К преждевременному старению может привести снижение в организме уровня цинка, рубидия, меди, селена и марганца. Преждевременное выпадение волос возникает при интоксикации мышьяком. Преждевременное появление седины наблюдается при недостаточности меди или переизбытке иода и мышьяка. Ранний климакс наступает при низком уровне в организме селена. Сокращение продолжительности жизни может произойти от снижения содержания в организме рубидия и брома, а также при излишках рубидия и алюминия.

Таблица 117. Влияние нарушения минерального обмена на процессы старения

Влияние на процессы старения	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Преждевременное старение	цинк, рубидий, медь, селен, марганец	
Преждевременное выпадение волос		мышьяк
Раннее появление морщин и их быстрое прогрессирование	кремний	

Преждевременное появление седины	медь	иод, мышьяк
Ранний климакс	селен	
Сокращение продолжительности жизни	рубидий, бром	рубидий, алюминий

2.29. Повреждение тканей

Повреждение тканей может произойти из-за недостатка в организме 1, а также избытка

3 химических элементов. Так, к разрушению клеток, тканей и потере их функциональности наблюдается при нехватке алюминия. Дегенеративно-некробиотические изменения паренхиматозных органов вызывает повышение уровня радиоактивного цезия¹⁴⁴. Нарушение работы практически всех внутренних органов происходит при интоксикации сурьмой. Лучевая болезнь развивается при переизбытке радиоактивного цезия¹³⁷.

Таблица 118. Влияние нарушения минерального обмена на повреждение тканей

Влияние на повреждение тканей	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Разрушение клеток, тканей и потеря их функциональности	алюминий	
Дегенеративно-некробиотические изменения паренхиматозных органов		цезий ¹⁴⁴
Нарушение работы практически всех внутренних органов		сурьма
Лучевая болезнь		цезий ¹³⁷

2.30. Регенерация тканей

Нарушение регенерации тканей отмечается при нехватке в организме 3 химических

элементов. Так, замедление регенерации кожных покровов после их повреждения наблюдается при недостатке кремния и селена. Медленное выздоровление после заболеваний происходит из-за дефицита кобальта.

Таблица 119. Влияние нарушения минерального обмена на регенерацию тканей

Влияние на регенерацию тканей	Недостаточные химические элементы
Замедление регенерации тканей после повреждения кожных покровов	кремний,селен
Медленное выздоровление после заболеваний	кобальт

2.31. Мышечная система

Мышечная система весьма чувствительна к изменениям в организме уровня химических элементов. Так, гипонатриемия сопровождается мышечной слабостью и судорогами. При гипокалиемии также возникает мышечная слабость, снижение мышечного тонуса, боли, ночные мышечные судороги, особенно ног. Гипокальциемии сопутствуют: мышечная утомляемость, слабость, подёргивание отдельных групп мышц, онемение и покалывание вокруг рта, в кистях и стопах, гипертонус мышц, судороги. Гипофосфатемия протекает с мышечными болями.

При гипомагниемии появляются мышечные судороги; одеревенение конечностей, покалывание в ногах, спазмы мышц, мышечные подергивание (тетания), тремор, боль при потягивании или напряжении мышц. Недостаток в организме железа приводит к мышечной слабости и чрезмерной утомляемости. Снижению в организме уровня никеля сопутствует слабость в мышцах и уменьшение двигательной активности. Недостаток марганца может вызвать двигательные расстройства, боли в мышцах, судороги и спазмы, нарушения сократительной функции мышц.

К причинам нехватки в организме этих химических элементов относят: недостаточное поступление с пищей и водой или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт; действие мочегонных, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек; гормональные расстройства; физиологические или патологические потери.

Источниками этих химических элементов являются: солёная рыба, колбасы, сыры, ржаной хлеб, свекла, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи, крупы, овощи, фрукты, ягоды, молочные продукты, печень, почки, яблоки, груши.

**Таблица 120. Влияние нехватки химических элементов
на мышечную систему**

Недостающий химический элемент	Влияние на мышечную систему	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	мышечная слабость, судороги	недостаточное поступление пищи или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла
Калий	мышечная слабость, снижение мышечного тонуса, боли, ночные мышечные судороги, особенно ног	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи, крупы, овощи, фрукты, ягоды
Кальций	мышечная утомляемость, слабость, подёргивание отдельных групп мышц, онемение и покалывание вокруг рта, в кистях и стопах, гипертонус мышц, судороги	недостаток кальция в пищевом рационе, нарушение его всасывания в кишечном тракте или гормональные расстройства	Орехи, семена, молочные продукты, рыбные консервы, зелень
Фосфор	мышечные боли	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, печень, почки, семена, кедровые и грецкие орехи, миндаль, фундук, бобовые

Магний	мышечные судороги; одеревенение конечностей, покалывание в ногах, спазмы мышц, мышечные подергивание (тетания), тремор, боль при потягивании или напряжении мышц	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад, семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз
Железо	мышечная слабость, чрезмерная утомляемость	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение из пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, миндаль, фундук, грецкие и кедровые орехи
Никель	слабость в мышцах; уменьшение двигательной активности	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, миндаль, крупы, яблоки, груши
Марганец	двигательные расстройства, боли в мышцах, судороги и спазмы, нарушения сократительной функции мышц	недостаточное поступление с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис

Влияние избытка химических элементов на мышечную систему

Избыток в организме химических элементов также приводит к нарушениям функционирования мышечной системы. К примеру, гипернатриемия вызывает судороги мышц. При гиперкалиемии появляется мышечная слабость, тяжёлая гиперкалиемия может нарушать функцию мышц. Гипермагниемия сопровождается уменьшением тонуса и сократительной

активности мышц, снижением мышечной возбудимости и нервно-мышечной передачи возбуждения, приводя к параличу дыхательной мускулатуры. При гиперфосфатемии могут возникнуть тонические судороги. Переизбыток серы проявляется мышечными спазмами. В случае повышения в организме уровня брома возможна миалгия.

При интоксикации свинцом возникает дистрофия мышц кистей рук. Избыток меди может вызвать боли в мышечных тканях. Повышенному уровню в организме кадмия сопутствует боль в мышцах ноги утиная походка. Чрезмерное содержание в организме бария может привести к мышечным фибрилляциям и спазмам. Увеличение уровня марганца приводит к мышечным болям, нарушению тонуса мышц вплоть до их атрофии. Излишки лития и сурьмы проявляется слабостью в мышцах и судорогами. Интоксикация соединениями ниобия также вызывает мышечную слабость. Повышение в организме содержания галлия сопровождается судорогами, онемением в мышцах. Избыток золота может проявиться болями в мышцах.

К причинам избытка в организме этих химических элементов относят: избыточное поступление и недостаточно эффективное удаление из организма; распад клеток, лечение кортикостероидами; приём препаратов, содержащих эти элементы, а также ацетилсалициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития; экологическое загрязнение и производственные вредности.

Таблица 121. Влияние избытка химических элементов на мышечную систему

Избыточный химический элемент	Влияние на мышечную систему	Причины избытка химического элемента
Натрий	судороги мышц	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с почками и надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс
Калий	мышечная слабость, тяжёлая гиперкалиемия может нарушать функцию мышц	распад клеток, с чрезмерным высвобождением калия из них, уменьшение экскреции калия почками при любой почечной патологии, введение препаратов калия, прием лекарственных средств

Магний	уменьшение тонуса и сократительной активности мышц (вплоть до развития паралича), снижение мышечной возбудимости и нервно-мышечной передачи возбуждения, приводя к параличу дыхательной мускулатуры	избыточное использование магнийсодержащих препаратов, болезнь Аддисона, гипотермия, обезвоживание; надпочечниковая недостаточность; рабдомиолиз; приём: ацетилсалициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития
Фосфор	тонические судороги	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами
Сера	мышечные спазмы	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Бром	миалгия	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола или Валокордина
Свинец	дистрофия мышц кистей рук	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Медь	боли в мышечных тканях	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях

Кадмий	боль в мышцах ног, утиная походка	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Барий	мышечные фибрилляции; мышечные спазмы	употребление овощей и фруктов, выращенных в районе с повышенным содержанием бария в почве
Марганец	мышечные боли, нарушение тонуса мышц вплоть до их атрофии	работа на сталеплавильных и нефтеперерабатывающих заводах, станциях электротехники, шахтах по добыче минеральных руд, сварных производствах; экологическое загрязнение воды
Литий	слабость в мышцах; судороги	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклотрудовой промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов в психиатрии
Сурьма	мышечная слабость; судороги	работа в производстве электротехники, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Соединения ниобия	мышечная слабость	работа с комплексными соединениями ниобия
Галлий	судороги, онемение в мышцах	работа в электронной промышленности при производстве полупроводников с использованием арсенида галлия
Золото	боли в мышцах	передозировка золотосодержащих противоревматических средств

Влияние нарушения минерального обмена на мышечную систему

Нарушение функций мышечной системы может возникнуть при недостатке 8 или переизбытке 16 химических элементов. Так, мышечная слабость возникает при гипокалиемии, гипокальциемии, гипонатриемии, нехватке железа, никеля и марганца, также при гиперкалиемии, гиперкальциемии, гипермагниемии, избытке марганца, лития, сурьмы и соединений ниобия. Мышечные судороги возможны при гипокалиемии, гипокальциемии, гипонатриемии, гипомагниемии и снижении уровня марганца, а также при гипернатриемии, гиперфосфатемии, повышении содержания серы, бария, лития, сурьмы и таллия.

Боли в мышцах могут ощущаться при гипокалиемии, гипомagneмией, гипофосфатемией и недостатке марганца, а также при переизбытке брома, меди, кадмия, марганца и золота. Онемение в мышцах появляется при гипокальциемии или же при интоксикации таллием. Дистрофия мышц происходит при увеличении в организме содержания свинца и марганца. Развитие мышечного паралича возможно при гипермагнемией.

Таблица 122. Влияние нарушения минерального обмена на мышечную систему

Влияние на мышечную систему	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Мышечная слабость	калий, кальций, натрий, железо, никель, марганец	калий, кальций, магний, марганец, литий, сурьма, соединения ниобия
Мышечные судороги	калий, кальций, натрий, магний, марганец	натрий, фосфор, сера, барий, литий, сурьма, таллий
Боли в мышцах	калий, магний, фосфор, марганец	бром, медь, кадмий, марганец, золото
Онемение в мышцах	кальций	таллий
Дистрофия мышц		свинец, марганец
Развитие мышечного паралича		магний

2.32. Костно-суставная система

Костно-суставная система чутко реагирует на нехватку некоторых химических элементов. К примеру, гипокалиемия сопровождается болями в суставах. При продолжительной гипокальциемии возникает остеопороз, размягчение и перелом костей. Хроническая гипофосфатемия может привести к рахиту и костным болям. Снижение в организме уровня серы проявляется болезненностью суставов. Недостаток в организме фтора ускоряет остеопороз. Пониженное содержание кремния вызывает хрупкость костных тканей. Нехватка стронция нарушает кальцификацию костей.

В случае недостатка в организме меди ухудшается состояние костной и соединительной ткани, нарушается минерализация костей, возникает остеопороз, переломы костей. Снижение в организме содержания бора приводит к нарушению обменных процессов в соединительной ткани; появлению умеренной боли в суставах или костях при нагрузке; артриту (при сильном дефиците); ухудшению развития костной ткани; остеопорозу у женщин в пе-

риод менопаузы; старческому остеопорозу. Недостаточность селена может вызвать ревматоидный артрит; синдром Кашин-Бека (остеоартропатия).

Пониженный уровень марганца способствует снижению минеральной плотности кости, частому возникновению переломов, склонности к растяжениям и вывихам; остеопорозу в климактерическом периоде. Дефицит в организме германия может привести к остеопорозу. Нехватка кобальта вызывает дистрофию костных тканей. Недостаточный уровень в организме золота может проявиться полиартритом или деформирующим артритом. Обеднение организма ванадием ухудшает состояние костей.

Причинами нехватки в организме этих химических элементов могут быть: недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек; избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм; слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах.

Источниками этих химических элементов являются: курага, бобовые, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды, молочные продукты, мясо, рыба, печень, свекла, капуста, картофель, лук, морковь, зерна кукурузы.

Таблица 123. Влияние нехватки химических элементов на костно-суставную систему

Недостающий химический элемент	Влияние на костно-суставную систему	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Калий	боли в суставах	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды

Кальций	остеопороз, размягчение и перелом костей	недостаток кальция в пищевом рационе, нарушение его всасывания в кишечном тракте или гормональные расстройства	Орехи, семена, молочные продукты, рыбные консервы, зелень
Фосфор	рахит; костные боли	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, печень, почки, семена, кедровые и грецкие орехи, миндаль, фундук, бобовые
Сера	болезненность суставов	избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; сбои в обмене серосодержащими соединениями	Индейка, бобовые, мясо, рыба, орехи, курица, яйца, пшеница
Фтор	остеопороз	снижение содержания фтора в воде – менее 0,7 мг/л, недостаточное поступление микроэлемента в организм, нарушение обмена фтора	Чай, морская рыба, форель, раки, устрицы, орехи, крупы, мёд, яйца, мясо, птица

Кремний	хрупкость костных тканей	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена
Стронций	нарушение нормальной кальцификации костей	иногда пониженное содержание стронция фиксируется у кормящих матерей	Абрикосовый сок, зерна пшеницы и изделия из неё, фундук, фисташки, овёс, горох, соя
Медь	ухудшение состояния костной и соединительной ткани, нарушение минерализации костей, остеопороз, переломы костей	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях антибактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль, крупы

Бор	нарушение обменных процессов в соединительной ткани; появление умеренной боли в суставах или костях при нагрузке; артрит (при сильном дефиците); ухудшение развития костной ткани; остеопороз у женщин в период менопаузы; старческий остеопороз	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора.	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи
Селен	ревматоидный артрит; синдром Кашин-Бека (остеоартропатия)	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Марганец	снижение минеральной плотности кости, частое возникновение переломов, склонность к растяжениям и вывихам; остеопороз в климактерическом периоде	недостаточное поступление марганца с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис
Германий	остеопороз	недостаточное поступление германия в организм	Чеснок, отруби, перловая крупа, бобы, белые грибы, семена подсолнуха и тыквы, морковь, картофель, свекла, томаты, морепродукты, молоко

Кобальт	дистрофия костных тканей	недостаточное поступление кобальта в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
Золото	полиартрит; деформирующий артрит	дефицит золота в организме человека изучен недостаточно	Зерна, листья и стебли кукурузы
Ванадий	ухудшение состояния костей	нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ	Крупы, бобовые, фисташки, картофель

Влияние избытка химических элементов на костно-суставную систему

Избыток некоторых химических элементов приводит к существенным изменениям костно-суставной системы. К примеру, хроническая гиперфосфатемия может вызвать остеопороз. Увеличение в организме содержания железа повышает вероятность артритов. Перегрузка организма стронцием сопровождается дистрофическими изменениями костей и суставов, в особенности в период интенсивного роста у детей (стронциевый рахит). Чрезмерное количество в организме алюминия вызывает остеомаляцию, переломы костей, возрастание травматизма; развитие артрита, появления рахита.

Поступление в организм излишков кадмия активизирует остеопластические и остеопорозные изменения костной ткани, появляется деформация скелета с существенным уменьшением роста, а также поясничные боли. Избыточный иод снижает прочность скелета. Высокий уровень селена приводит к поражению суставов. Интоксикация свинцом может привести к заболеваниям костных тканей. Избыточный никель замедляет рост костных тканей. Увеличение в организме уровня марганца ведёт к возникновению марганцевого рахита и образованию башенного черепа.

Интоксикации ртутью сопутствует нарушение подвижности суставов. Повышенный уровень молибдена становится причиной отложения солей в суставах. При поступлении в организм избыточного количества индия и золота отмечаются боли в суставах и костях. Увеличение в организме содержания радия сопровождается болями в костях рук и ног, грудине, ребрах, иногда в позвоночнике; лучевым поражением костной ткани – её деструкцией, радиационным остеитом, повышенной хрупкостью и пато-

логическими переломами костей; радиационным остеитом челюстных костей, осложняющимся инфекцией и протекающим как хронический остеомиелит.

Причинами избытка в организме этих химических элементов являются: нарушения обмена; случайное употребление элемента и его соединений; гормональные расстройства; наследственные нарушения обмена; злоупотребление алкоголем и курением; повышенное содержания элементов в почве и продуктах питания; поступление с медикаментами и пищевыми добавками; экологические загрязнения и производственные вредности.

Таблица 124. Влияние избытка химических элементов на костно-суставную систему

Избыточный химический элемент	Влияние на костно-суставную систему	Причины избытка химического элемента
Фосфор	остеопороз	острая и хроническая почечная недостаточность; гиповолемия и гиперпаратиреоз, ацидоз способствует выходу фосфатов из клеток во внеклеточное пространство, ускоренный распад опухолевых клеток при химиотерапии, избыточное потребление витамина D, фосфорсодержащих пищевых добавок, слабительных и клизм с фосфорсодержащими растворами
Железо	увеличение вероятности артритов	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Стронций	дистрофические изменения костей и суставов, в особенности в период интенсивного роста у детей (стронциевый рахит)	повышенное содержания стронция в почве и растительных продуктах питания

Свинец	заболевания костных тканей	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Алюминий	остеомаляция, переломы костей, возрастание травматизма; развитие артрита, рахита	работа на производстве с различными соединениями алюминия, проживание в местах с повышенным его содержанием, использование алюминиевой посуды, применение медицинских препаратов и декоративной косметики с алюминием, использование пищи, сохраняемой в металлических банках и фольге
Кадмий	остеопластические и остеопорозные изменения костной ткани, деформация скелета с существенным уменьшением роста, наличием поясничных болей	избыточное поступление с табачным дымом, при производственном контакте, дефицит цинка, селена, меди, кальция, железа
Иод	снижение прочности скелета	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Селен	поражение суставов	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Никель	замедление роста костных тканей	промышленная переработка металлов, обработка растений против вредителей в сельском хозяйстве; интенсивное курение
Марганец	марганцевый рахит, башенный череп	работа на сталеплавильных и нефтеперерабатывающих заводах, станциях электротехники, шахтах по добыче минеральных руд, сварных производствах; экологическое загрязнение воды

Ртуть	нарушение подвижности суставов	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов
Молибден	отложение солей в суставах	вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях; излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь
Индий	боли в суставах, костях	работа на производстве полупроводниковой техники, припоев, сплавов; индиевых покрытий применяемых для изготовления зеркал и рефлекторов; антикоррозионных покрытий, используемых в металлургической, приборостроительной, стекольной промышленности, в электронике (изготовление диодов, транзисторов, лазеров, электропроводящих покрытий), в атомной технике
Золото	боли в костях, суставах	передозировка золотосодержащих противоревматических средств
Радий	боли в костях рук и ног, грудине, ребрах, иногда позвоночнике; лучевое поражение костной ткани – её деструкция, радиационный остеит, повышенная хрупкость и патологические переломы кости; радиационный остеит челюстных костей, осложняющийся инфекцией и протекающий как хронический остеомиелит	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние нарушения минерального обмена на костно-суставную систему

Нарушения состояния костно-суставной системы происходят при недостатке 15, а также избытке 15 химических элементов. Так, остеопороз наступает при хронической гипокальциемии, нехватке фтора, меди, бора, марганца, германия, а также при гиперфосфатемии. Рахит развивается при хронической гипофосфатемии или повышении в организме уровня стронция, алюминия и марганца. Костные боли могут появиться при гипофосфатемии и пониженном уровне бора, а также чрезмерном содержании в организме индия, золота и радия.

К развитию дистрофических изменений костей приводит низкий уровень бора, марганца, кобальта и ванадия или же увеличение содержания стронция, алюминия, кадмия, иода, никеля, марганца и радия. Боли в суставах наблюдаются при гипокалиемии, гипомagneмией, снижении уровня серы и бора, а также при избытке индия и золота. Увеличение вероятности возникновения артритов происходит при недостатке селена и золота, а также переизбытке железа и селена. Нарушение подвижности суставов наступает при интоксикации ртутью. Отложение солей в суставах обнаруживается при повышенном содержании в организме молибдена.

Дистрофические изменения суставов могут возникнуть при низком уровне в организме меди или повышенном содержании стронция. Повышение чувствительности к изменениям погоды, к холоду и влажности, часто вызывающей боли суставов происходит при продолжительной гипомagneмией. Хрупкость костных тканей обнаруживается при низком содержании в организме кремния, меди, бора и марганца или же повышении уровня алюминия, иода и радия. Остеомалация возможна при высоком содержании в организме алюминия. Радиационный остеит челюстных костей, осложняющийся инфекцией и протекающий как хронический остеомиелит возникает при повышенном уровне радия.

**Таблица 125. Влияние нарушения минерального обмена
на костно-суставную систему**

Влияние на костно-суставную систему	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Остеопороз	кальций, фтор, медь, бор, марганец, германий	фосфор
Рахит	фосфор	стронций, алюминий, марганец
Костные боли	фосфор, бор	индий, золото, радий

Развитие дистрофических изменений костей	бор, марганец, кобальт, ванадий	стронций, алюминий, кадмий, иод, никель, марганец, радий
Боли в суставах	калий, магний, сера, бор	индий, золото
Увеличение вероятности возникновения артритов	селен, золото	железо, селен
Нарушение подвижности суставов		ртуть
Отложение солей в суставах		молибден
Дистрофические изменения суставов	медь	стронций
Чувствительность к изменениям погоды, к холоду и влажности, часто вызывающая боли суставов	магний	
Хрупкость костных тканей	кремний, медь, бор, марганец	алюминий, иод, радий
Остеомаляция		алюминий
Радиационный остеит челюстных костей, осложняющейся инфекцией и протекающий как хронический остеомиелит		радий

2.33. Зубы и дёсны

Нехватка некоторых химических элементов существенно влияет на состояние зубов и дёсен. Так, гипокалиемия может вызвать кариес зубов. При гипокальциемии наблюдаются дефекты эмали и гипоплазия зубов. Гипомагниемия сопровождается кариесом зубов; чувствительностью к изменениям погоды, к холоду и влажности, часто вызывающей боли зубов и десен. При хронической гипофосфатемии возможно развитие пародонтоза. Продолжительная гипохлоремия способствует выпадению зубов. Недостаток в организме фтора может стать причиной кариеса зубов.

Снижение в организме содержания кремния приводит к резкому ухудшению состояния зубов, их повышенной чувствительности к холодному и горячему, выпадению пломб. Низкий уровень стронция сопряжён с нару-

шением кальцификации зубов, увеличением случаев развития кариеса зубов. Недостаток бора может привести к крошащимся зубам. Пониженное содержание в организме молибдена провоцирует возникновение кариеса. Отсутствие в организме достаточного количества кобальта проявляется бледностью и кровоточивостью десен. Дефицит ванадия сопровождается снижением прочности зубов, предрасположенностью к кариесу.

Причинами нехватки в организме этих химических элементов могут быть: недостаточное поступление с продуктами питания и водой, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек; гормональные расстройства; нарастание или снижение всасывания этих элементов через кишечник; нарушение регуляции обмена; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки; длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета.

Источниками этих химических элементов являются: курага, бобовые, отруби пшеничные, изюм, семена, орехи, крупы, овощи, фрукты, ягоды; молочные продукты; сыры, мясо, рыба, птица, печень, почки.

Таблица 126. Влияние нехватки химических элементов на зубы и дёсны

Недостающий химический элемент	Влияние на зубы и дёсны	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Калий	кариес зубов	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Кальций	дефекты эмали и гипоплазия зубов	недостаток кальция в пищевом рационе, нарушение его всасывания в кишечном тракте или гормональные расстройства	Орехи, семена, молочные продукты, рыбные консервы, зелень

Магний	кариес зубов; чувствительность к изменениям погоды, к холоду и влажности, часто вызывающая боли зубов и десен	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад семени, орехи, крупы, бобы, арбуз
Фосфор	пародонтоз	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, печень, почки, семена, кедровые и грецкие орехи, миндаль, фундук, бобовые
Хлор	выпадение зубов	дефицит в рационе поваренной соли или чрезмерной её потери	Хлеб ржаной, сыры, солёные продукты
Фтор	кариес зубов	снижение содержания фтора в воде – менее 0,7 мг/л, недостаточное поступление микроэлемента в организм, нарушение обмена фтора	чай, морская рыба, форель, раки, устрицы, орехи, крупы, мёд, яйца, мясо, птица
Кремний	резкое ухудшение состояния зубов, их повышенная чувствительность к холодному и горячему, выпадение пломб	недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки	Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена

Стронций	нарушение нормальной кальцификации зубов, увеличение случаев развития кариеса зубов	иногда пониженное содержание стронция фиксируется у кормящих матерей	Абрикосовый сок, зерна пшеницы и изделия из неё, фундук, фисташки, овёс, горох, соя
Бор	крошащиеся зубы	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи
Молибден	кариес	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль
Кобальт	бледность и кровоточивость десен	недостаточное поступление кобальта в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица, кедровые орехи, фундук, миндаль
Ванадий	снижение прочности зубов, предрасположенность к кариесу	нарушение функции пищеварения и проблемы с всасыванием полезных веществ	Крупы, бобовые, фисташки, картофель

Влияние избытка химических элементов на зубы и дёсны

Избыток некоторых химических элементов оказывает существенное неблагоприятное влияние на зубы и дёсны. Так, интоксикация свинцом приводит к свинцовой кайме на дёснах и кариесу. Повышение в организме уровня иода сопровождается разрушением зубов. Избыточность селена проявляется гиперчувствительностью зубов. Интоксикация ртутью может вызвать омертвление челюстных отростков; выпадение зубов. Переизбыток марганца проявляется поздним прорезыванием молочных зубов. Интоксикация индием приводит к разрушению зубов.

К причинам избытка в организме этих химических элементов относят: нарушения обмена или случайное употребление их соединений; экологическое загрязнение; производственные вредности.

Таблица 127. Влияние избытка химических элементов на зубы и дёсны

Избыточный химический элемент	Влияние на зубы и дёсны	Причины избытка химического элемента
Свинец	свинцовая кайма на дёснах; кариес	работа со свинцом или получение его избыточного количества с продуктами питания и напитками
Иод	разрушение зубов	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Селен	гиперчувствительность зубов	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном
Ртуть	омертвление челюстных отростков; выпадение зубов	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов

Марганец	позднее прорезывание молочных зубов	экологическое загрязнение воды
Индий	разрушение зубов	работа на производстве полупроводниковой техники, припоев, сплавов; индиевых покрытий применяемых для изготовления зеркал и рефлекторов; антикоррозионных покрытий, используемых в металлургической, приборостроительной, стекольной промышленности, в электронике (изготовление диодов, транзисторов, лазеров, электропроводящих покрытий),

Влияние нарушения минерального обмена на зубы и дёсны

Неблагоприятное влияние на зубы и дёсны оказывает недостаток 12 или переизбыток 6 химических элементов. Так, бледность и кровоточивость десен наблюдается при нехватке кобальта. Пародонтоз возникает при хронической гипофосфатемии. Свинцовая кайма на дёснах появляется при интоксикации свинцом. Некроз челюстных отростков может возникнуть при отравлении ртутью. Гиперчувствительность зубов проявляется при пониженном уровне кремния или повышенном содержании в организме селена.

Снижение прочности зубов отмечается при нехватке ванадия. Дефекты эмали и гипоплазия зубов возникают при низком уровне кальция и кремния. Кариез зубов может возникнуть при гипокалиемии, гипوماгнемии, фтор, недостатке стронция, молибдена и ванадия, а также при переизбытке свинца. К нарушению кальцификации зубов приводит низкий уровень в организме стронция. Разрушение зубов может произойти под действием нехватки бора или повышенном уровне в организме иода. Выпадение зубов возможно при недостатке в организме хлора, а также интоксикации ртутью.

Таблица 128. Влияние нарушения минерального обмена на зубы и дёсны

Влияние на зубы и дёсны	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Бледность и кровоточивость десен	кобальт	
Пародонтоз	фосфора	
Свинцовая кайма на дёснах		свинца

Некроз челюстных отростков		ртуть
Гиперчувствительность зубов	кремний	селен
Снижение прочности зубов	ванадий	
Дефекты эмали и гипоплазия зубов	кальций, кремний	
Кариес зубов	калий, магний, фтор, стронций, молибден, ванадий	свинец
Нарушение кальцификации зубов	стронций	
Разрушение зубов	бор	иод
Выпадение зубов	хлор	ртуть

2.34. Кожа, её придатки и слизистые оболочки

На состояние кожи, её придатков и слизистые оболочки существенное влияние оказывает нехватка некоторых химических элементов. Так, гипонатриемии сопутствуют кожные высыпания и выпадение волос. Гипокалиемия может вызвать сухость кожи, высыпания, угри, зуд, мозоли на подошвах ног, ломкость волос. Гипохлоремия проявляется преждевременным старением кожи и выпадением волос. При гипокальциемии возникает сухость и шелушение кожи; атрофия и ломкость ногтевых пластинок. Гипомагниемия может привести к образованию трофических язв; выпадению волос, ломкости ногтей.

Гипофосфатемия сопровождается геморрагическими высыпаниями на коже и поверхности слизистых оболочек. Недостаток серы проявляется пигментными пятнами на коже; потерей блеска и слабостью волос. Обеднение организма железом может привести к сухости кожи, возникновению трещин, изменению цвета эпидермиса на серый или желтоватый; образованию экзем и других кожных заболеваний; бледности и синюшности губ; ломкости и выпадению волос; истончению, ломкости, уплощению и «ложкообразности» ногтей. Снижение в организме уровня фтора может вызвать выпадение волос и ломкость ногтей.

Недостаточность цинка может проявиться: чешуйчатými высыпаниями на коже, угрями, фурункулезом, экземой, дерматитом, псориазом, трофическими язвами, плохим заживлением ран; распространенной эритема-

тозной, везикулобуллезной и пустулезной сыпью на конечностях и коже в области естественных отверстий; расслаиванием ногтей, появлением на них белых пятен; тусклым цветом волос, перхотью, замедлением роста, их выпадением; гипопигментацией, с приобретением красноватого оттенка; с характерной особенностью – очаговой потерей волос.

Пониженному уровню в организме кремния сопутствует сухая или излишне жирная кожа, снижение её тургора, кожные высыпания; слабые, тусклые, теряющие блеск, с секущимися кончиками волосы; расслаивающиеся ногти; зуд кожи; раннее появление морщин и их быстрое прогрессирование. Недостаток меди повышает склонность к аллергическим дерматозам; приводит к бледности кожи; ранней седине волос; их истончение, нарушению их пигментации, появлению витилиго и повышенному выпадению. Нехватка олова сопровождается алопецией (частичным или полным патологическим выпадением волос).

Недостаток в организме иода вызывает сухость кожи и слизистых оболочек. Снижение содержания бора проявляется слоющимися ногтями и секущимися волосами. Уменьшение в организме количества селена приводит к кожным гнойничковым заболеваниям; замедлению роста волос, их выпадению; дистрофическим изменениям ногтевых пластинок. Нехватка никеля проявляется гипопигментацией кожи; дерматитом. Недостаточному уровню марганца сопутствует бледность кожи; задержка роста волос и ногтей; выпадение волос, ломкость ногтей; витилиго. Низкое содержание молибдена предрасполагает к выпадению волос и облысению; грибковым и инфекционным поражениям ногтей и кожи, дерматитам. Понижение уровня кобальта проявляется бледностью губ.

К причинам нехватки в организме этих химических элементов относят: недостаточное их поступление с пищей и водой или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт; действие мочегонных, слабительных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания; избыточное употребление продуктов, содержащих белок; физиологические или патологические потери; парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, вегетарианство; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов.

Источниками этих химических элементов являются: курага, бобовые, отруби пшеничные, изюм, семена, орехи, крупы, кукуруза, овощи, фрукты, ягоды, молочные продукты, рыба, печень, почки.

Таблица 129. Влияние нехватки химических элементов на кожу, её придатки и слизистые оболочки

Недостающий химический элемент	Влияние на кожу, её придатки и слизистые оболочки	Причины нехватки химического элемента	Источники химического элемента
Натрий	кожные высыпания, выпадение волос	недостаточное поступление пищи или избыточное выведение через кожу, почки и пищеварительный тракт	Солёная рыба, колбасы, сыры, консервы, ржаной хлеб, свекла
Калий	сухость кожи, ломкость волос, высыпания на коже, угри, зуд кожи, мозоли на подошвах ног	недостаточное поступление с продуктами питания, избыточное выделение под действием мочегонных, поваренной соли, алкоголя, кофе, сахара, хронического голодания, патологии почек	Чай, дрожжи, курага, какао порошок, белая фасоль, отруби пшеничные, кишмиш, изюм, семена, орехи крупы, овощи, фрукты, ягоды
Хлор	преждевременное старение кожи; выпадение волос	дефицит в рационе поваренной соли или чрезмерной её потери	Хлеб ржаной, сыры, солёные продукты
Кальций	атрофия и ломкость ногтевых пластинок; сухость и шелушение кожи	недостаток кальция в пищевом рационе, нарушение его всасывания в кишечном тракте или гормональные расстройства	Орехи, семена, молочные продукты, рыбные консервы, зелень
Магний	выпадение волос, ломкость ногтей; образование трофических язв	увеличенная потеря магния через желудочно-кишечный тракт через почки, снижение всасывания магния из кишечника или продолжительная инфузионная терапия без добавления магния	Морские водоросли, чай, кофе, шоколад, семена, орехи, крупы, бобовые, арбуз

Фосфор	геморрагические высыпания на коже и поверхности слизистых оболочек	нарастание потерь фосфора или снижение его всасывания через кишечник, переход фосфора в клетки или повышенное его потребление при регенерации поврежденных тканей, а также избыточным выделением фосфатов почками	Рисовые и пшеничные отруби, сыры, рыба, печень, почки, семена, кедровые и грецкие орехи, миндаль, фундук, бобовые
Сера	пигментные пятна на коже; потеря блеска и слабость волос	избыточное употребление продуктов, содержащих белок; дисбактериоз кишечника; сбои в обмене серосодержащими соединениями.	Индейка, бобовые, мясо, рыба, орехи, курица, яйца, пшеница
Железо	бледность, синюшность губ, ломкость и выпадение волос, сухость кожи, возникновение трещин, изменение цвета эпидермиса на серый или желтоватый, истончение, ломкость, уплощение и «ложкообразность» ногтей; образование экзем и других кожных заболеваний	неполное возмещение повышенных потребностей, недостаточное усвоение пищевых продуктов, а также в результате физиологических или патологических кровопотерь	Кровь, субпродукты, рыба, мясо, грибы, миндаль, фундук, грецкие и кедровые орехи
Фтор	выпадение волос, ломкость ногтей	снижение содержания фтора в воде – менее 0,7 мг/л, недостаточное поступление микроэлемента в организм, нарушение обмена фтора	Чай, морская рыба, форель, раки, устрицы, орехи, крупы, мёд, яйца, мясо, птица

<p>Цинк</p>	<p>чешуйчатые высыпания на коже, угри, фурункулез, экзема, дерматит, псориаз, трофические язвы, плохое заживление ран; эритематозная, везикулобуллезная и пустулезная сыпь на конечностях и коже в области естественных отверстий; высыпания могут стать распространенными; расслаивание ногтей, появление на них белых пятен; тусклый цвет волос, перхоть, замедление роста, выпадение волос; изменения волос обычно следуют после возникновения дерматита; волосы могут стать гипопигментированными, приобрести красноватый оттенок; с характерной особенностью – очаговой потерей волос</p>	<p>послеоперационные состояния, парентеральное питание, ожоги, чрезмерное поступление в организм эстрогенов, кортикостероидных препаратов, мочегонных средств, алкоголизм, вегетарианство – потребление большого количества фитата является фактором риска для развития дефицита цинка</p>	<p>Свекла, морковь, печень, почки, мясо, семена, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль</p>
<p>Кремний</p>	<p>сухая или излишне жирная кожа, снижение её тургора, кожные высыпания; волосы становятся слабыми, тусклыми, кончики секутся, теряют блеск; расслаивание ногтей; зуд кожи; раннее появление морщин и их быстрое прогрессирование</p>	<p>недостаточное поступление кремния с пищевыми продуктами и водой; нарушение регуляции обмена кремния; недостаточное потребление клетчатки; постоянный психологический стресс, нервные перегрузки, невроз; период интенсивного роста у детей; физические перегрузки.</p>	<p>Бурый рис, овес, просо, ячмень, бобовые, свекла, капуста, картофель, крупы, грецкие и кедровые орехи, миндаль, фундук, семена</p>

Медь	повышение склонности к аллергическим дерматозам; бледность кожи; ранняя седина волос; их истончение, нарушение их пигментации, витилиго и повышенное выпадение	слишком малое поступление с пищей; продолжительное использование в лечебных целях анти-бактериальных препаратов, нестероидных противовоспалительных средств, кортикостероидов; нарушения в работе желудочно-кишечного тракта; длительное нахождение на парентеральном питании; заболевания, сопровождающиеся мальабсорбцией; избыток магния, аскорбиновой кислоты, молибдена, фруктозы и цинка в организме; обменные сбои; алкоголизм	Печень трески, какао-порошок, печень говяжья, семена подсолнечника, пшеничные отруби, шоколад, арахис, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль, крупы
Олово	алопеция (частичное или полное патологическое выпадение волос)	недостаточное поступление олова с продуктами питания	Мясо, фисташки, сладости, сухарики, кукуруза, рожь, зелёный горошек
Иод	сухость кожи и слизистых оболочек	дефицит иода возникает, если в суточном рационе его содержание менее 10 мкг, в мире от дефицита иода страдают около 1,5 миллиарда человек и около 70% населения России.	Морская капуста, орех кедровый, рыба, яйца, цельное молоко, зелень, бобовые
Бор	слоящиеся ногти; секущиеся волосы	недостаточное поступление в организм, нарушения регуляции обмена бора.	Гречиха, бобовые, злаковые, яблоки, лук, капуста, морковь, миндаль, фундук, кедровые и грецкие орехи

Селен	кожные гнойничковые заболевания; замедление роста волос, их выпадение; дистрофические изменения ногтевых пластинок	несбалансированное питание, слишком частое потребление полуфабрикатов, консервов, сладостей, концентратов; тяжелый физический труд, интенсивные занятия спортом; высокое содержание нитратов в зелени, овощах; злоупотребление алкоголем	Почки и печень парнокопытных и птиц, морская рыба, крупы, семечки подсолнечника
Никель	гипопигментация кожи; дерматит	недостаточность никеля в организме наступает при употреблении 50 микрограмм и ниже никеля в день, что в 2–6 раз меньше суточной нормы	Какао порошок, шоколад, бобовые, миндаль, крупы, яблоки, груши
Марганец	бледность кожи; задержка роста волос и ногтей; выпадение волос, ломкость ногтей; витилиго	недостаточное поступление марганца с продуктами питания	Чай, кофе, сухой шиповник, клюква, пшеница, кедровый и грецкий орех, овёс, фундук, миндаль, рис
Мышьяк	дерматит	недостаточное поступление мышьяка (1 мкг/день и менее)	Вина, рыба, ракообразные, томат, овощи, пшеница, картофель
Молибден	выпадение волос и облысение; грибковые и инфекционные поражения ногтей и кожи, дерматиты	длительное парентеральное питание, злоупотребление диуретиками и слабительными; жесткая несбалансированная вегетарианская диета; нарушение нормального всасывания из кишечника; подверженность стрессовым ситуациям, избыточное содержание вольфрама в организме	Шиповник, печень, почки, бобовые, крупы, фундук, миндаль

Кобальт	бледность губ	недостаточное поступление кобальта в организм (10 мкг/сутки и менее)	Кальмар, рыба, бобовые, мясо, птица, кедровые и грецкие орехи, фундук, миндаль
---------	---------------	--	--

Влияние избытка химических элементов на кожу, её придатки и слизистые оболочки

Избыток значительного числа химических элементов существенно влияет на состояние кожи, её придатки и слизистые оболочки. К примеру, гипернатриемия вызывает повышенную потливость. При гиперкальциемии возникает кожный зуд. Гипермагниемия приводит к гиперемии кожи, потливости, чувству жара. Увеличение в организме содержания серы сопровождается высыпаниями на коже, фурункулезом, покраснением и зудом; отеком и покраснением конъюнктивы. Перегрузка организма железом способствует потемнению кожи и кожному зуду.

Увеличение в организме содержания цинка проявляется патологией кожи, волос, ногтей. Переизбыток рубидия сопровождается раздражением кожи и слизистых оболочек. Повышение в организме уровня брома предрасполагает к аллергическим высыпаниям на коже; раздражению слизистых оболочек глаз; вызывая ожог при попадании на кожу. Излишки меди могут привести к аллергическим дерматозам; повышенному выпадению волос; быстрому старению кожи за счет образования морщин. Нарастание в организме количества бария приводят к бледности кожных покровов; обильному холодному поту.

Увеличение содержания олова может проявиться воспалением и язвами на коже. Переизбыток иода сопровождается высыпаниями на коже, угрями, онемением отдельных участков кожи; иододермой (поражением кожи в результате длительного приема больших доз препаратов иода); ломкостью и выпадением волос; ранней сединой. Избыточное количество бора может вызвать кожную сыпь, упорное шелушение – так называемый «борный псориаз»; выпадение волос. Передозировка селена проявляется чесночным запахом и шелушением кожи, эритемой кожных покровов; выпадением волос, ломкостью ногтей. Перенасыщение организма хромом приводит к кожному зуду; сыпи на коже; отечности век; развитию воспалительных заболеваний, с изъязвлением слизистых эпителиальных тканей.

Интоксикация мышьяком вызывает кожные аллергические реакции, дерматит, экзему, язвы, зуд, ладонно-подошвенный гиперкератоз, депигментация кожи; преждевременное поседение и выпадение волос; атрофию и ломкость ногтей; рак кожи (рак Боуэна). Перегрузка литием проявляет-

ся дерматитом и сильной аллергической реакцией. Интоксикация ртутью приводит к «ртутной» таксидермии; диффузным ливневым высыпаниям, в ряде случаев геморрагического характера; экземе; «ртутному» стоматиту, гингивиту, язвам, отекам и эрозиям слизистой оболочки полости рта; выпадению волос и ломкости ногтей.

Перегрузка организма молибденом сопровождается раздражением слизистых оболочек; пигментацией кожи. При контакте с хлоридом германия возникает раздражение кожи. Избыток в организме кобальта вызывает дерматит. При контактном отравлении сурьмой возникает зуд, покраснения, пузырьки, гнойнички, эрозивное повреждение кожи, язвы. Поступление в организм чрезмерного количества серебра появляется бурый или сероватый оттенок кожи и слизистых оболочек (аргироз). Интоксикация теллуrom проявляется бледностью кожных покровов; ингибацией потоотделения; цианозом; ухудшением роста волосяного покрова.

Накопление в организме избыточного количества висмута может вызвать дерматит, пигментацию слизистой оболочки ротовой полости, образование «висмутовой каймы». Переизбыток галлия приводит к угревой и иногда папулёзной сыпи, пигментации волос, алопеции, характерным линиям на ногтях. Перегрузка организма золотом сопровождается болезненными пятнами на коже; усиленным потоотделением. Чрезмерное количество ванадия приводит к воспалительным явлениям кожи и слизистых оболочек. Работа в контакте с радием 1-2 года проявляется поражением кожи, выпадением волос, ломкостью ногтей.

Причинами избытка в организме этих химических элементов являются: чрезмерное поступление с продуктами питания, водой, воздухом, медикаментами и пищевыми добавками; наследственные и гормональные нарушения; алкоголизм; курение; экологические загрязнения и производственные вредности.

Таблица 130. Влияние избытка химических элементов на кожу, её придатки и слизистые оболочки

Избыточный химический элемент	Влияние на кожу, её придатки и слизистые оболочки	Причины избытка химического элемента
Натрий	повышение потливости	длительное употребление пищи с избыточным количеством соли сахарный диабет, высокое артериальное давление, проблемы с почками и надпочечниками, лечение кортикостероидами, стресс

Кальций	кожный зуд	гиперпаратиреоз, повышенная костная резорбция, повышенная почечная резорбция или сниженная секреция, повышенное всасывание в кишечнике
Магний	гиперемия кожи, потливость, чувство жара	избыточное использование магнийсодержащих препаратов, болезнь Аддисона, гипотермия, обезвоживание; надпочечниковая недостаточность; рабдомиолиз; приём: ацетилсалициловой кислоты; триамтерена; прогестерона, препаратов лития
Сера	высыпания на коже, фурункулез, покраснение и зуд; отек и покраснение конъюнктивы	опасна не чистая сера, а её соединения: сероводород, который намного ядовитее даже синильной кислоты, сернистый газ, сероуглерод, при воздействии на вулканологов, шахтеров, рабочих химических производств
Железо	потемнение кожи, кожный зуд	гемохроматоз, длительное употребление железосодержащих препаратов, частое переливание крови, злоупотребление алкоголем, так как спиртное значительно усиливает всасывание железа; высокий уровень железа в питьевой воде, кислородное голодание
Цинк	патология ногтей, кожи, волос	чрезмерное поступление цинка в организм в условиях производства; неконтролируемый прием препаратов цинка, включая цинковые мази; нарушение цинкового обмена
Рубидий	раздражение кожи и слизистых оболочек	работа в стекольной, химической и электронной промышленности, рубидий может в больших количествах поступать в организм с пищей и водой – это зависит от геологических особенностей местности
Бром	аллергические высыпания на коже; раздражение слизистых оболочек глаз; ожог при попадании на кожу	несоблюдение техники безопасности при работе в медицине, химической и кожевенной промышленности, при создании продукции для фото и киноиндустрии, передозировка приёма бромида натрия, Корвалола или Валокордина

Медь	аллергические дерматозы; повышенное выпадение волос; быстрое старение кожи за счет образования морщин	нарушение регуляции обмена меди; избыточное поступление соединений меди при продолжительном приеме медьсодержащих лекарств, при потреблении напитков и пищи из медной посуды, при вдыхании частиц меди в виде пара или пыли в производственных условиях
Барий	бледность кожных покровов; обильный холодный пот	употребление овощей и фруктов, выращенных в районе с повышенным содержанием бария в почве
Олово	воспаление, язвы на коже	работа на производстве линолеума и пластмассы, пыль и пары выхлопных газов автомобилей, ягоды брусники и черники, собранные на расстоянии менее 25 км от трассы
Иод	высыпания на коже, угри, онемение отдельных участков кожи; иододерма (поражение кожи в результате длительного приема больших доз препаратов иода); ломкость и выпадение волос; ранняя седина	нарушения обмена иода; случайное употребление иода и его соединений
Бор	кожная сыпь, упорное шелушение – так называемый «борный псориаз»; выпадение волос	передозировка препаратов бора, повышенное содержание в почве либо в питьевой воде
Селен	чесночный запах и шелушение кожи, эритема кожных покровов; выпадение волос, ломкость ногтей	работа в стекольной, нефтеперерабатывающей, литейной, электронной, лакокрасочной, медеплавильной, промышленности; в производстве сульфида селена, селенита натрия (фармацевтика), пестицидов (химическая отрасль); продолжительный прием медицинских препаратов и добавок с селеном

Хром	кожный зуд; сыпь на коже; отечность век; развитие воспалительных заболеваний, с изъязвлением слизистых эпителиальных тканей	длительный прием лекарственных препаратов или пищевых добавок с хромом; повышенная концентрация хрома в воздухе; дефицит цинка и железа
Мышьяк	атрофия и ломкость ногтей; преждевременное поседение и выпадение волос; кожные аллергические реакции, дерматит, экзема, язвы, зуд, ладонно-подошвенный гиперкератоз, депигментация кожи; рак кожи (рак Боуэна)	работа на производстве стекла, полупроводников или других электронных устройств; дым от сжигания производственных отходов; курение; суицидальные отравления; злоупотребление виноградным вином
Литий	дерматит и сильная аллергическая реакция	работа в производстве пластмасс, органическом синтезе, стеклодувной промышленности, фармацевтической химии; передозировка препаратов психиатрии
Ртуть	«ртутная» таксидермия; диффузные ливневые высыпания, в ряде случаев геморрагического характера; экзема; «ртутный» стоматит, гингивит, язвы, отеки и эрозии слизистой оболочки полости рта; ломкость ногтей и выпадение волос	работа на производстве гальванических батарей; в металлургии при создании различных соединений; при повторной переработке алюминия; в химической промышленности; с пестицидами; при пломбировании зубов; производство люминесцентных ламп; повреждение медицинского градусника; употребление морепродуктов

Молибден	раздражение слизистых оболочек; пигментация кожи	вдыхание порошка или чистого металла в производственных условиях; излишнее поступление соединения с водой, пищевыми добавками, продуктами питания, препаратами; избыток в организме вольфрама; скудность рациона питания на медь
Хлорид германия	раздражение кожи (при контакте)	работа на производстве оптического волокна
Кобальт	дерматит	работа на производстве твердых и жаростойких сплавов, в керамической промышленности, при получении синтетических жидких топлив; избыточное потребление пива; избыточный прием витамина B ₁₂
Сурьма	при контактном отравлении: дерматит (зуд, покраснения, пузырьки, гнойнички), эрозивное повреждение кожи, язвы	работа в производстве электротехники, в лакокрасочной промышленности, при производстве стекла и спичек, в фармакологии и косметологии; при лечении лейшманиоза
Серебро	бурый или сероватый оттенок кожи и слизистых оболочек (аргироз)	работа, связанная с добычей или обработкой руды
Теллур	ухудшение роста волосяного покрова; бледность кожных покровов; ингибция потоотделения; цианоз	работа в металлургическом производстве
Висмут	дерматит, пигментация слизистой оболочки ротовой полости, образование «висмутовой каймы»	длительный прием висмута содержащих препаратов у пациентов с больными почками

Галлий	угревая сыпь, пигментация волос, характерные линии на ногтях, алопеция, иногда мелкая папулезная сыпь	работа в электронной промышленности при производстве полупроводников с использованием арсенида галлия
Золото	болезненные пятна на коже; усиленное потоотделение	передозировка золотосодержащих противоревматических средств
Ванадий	воспалительные явления кожи и слизистых оболочек	выбросы на металлургических заводах, а также при изготовлении стекла и асфальта
Радий	поражение кожи, ломкость ногтей, выпадение волос у людей, проработавших в контакте с радием 1-2 года	работа на часовых заводах, с использованием радия

Влияние нарушения минерального обмена на кожу, её придатки и слизистые оболочки

На состояние кожи, её придатков и слизистых оболочек оказывает существенное влияние нехватка 21, а также избыток 29 химических элементов. К примеру, кожный зуд проявляется при гипокалиемии и чрезмерном количестве кремния, а также при гиперкальциемии и увеличении содержания железа, серы, никеля, хрома, мышьяка, сурьмы. Сухость кожи наблюдается при гипокалиемии, гипокальциемии, нехватке железа, иода и кремния. Излишне жирная кожа лица и тела становится при недостатке кремния. Задержка потоотделения бывает при интоксикации теллуром. Напротив, повышение потливости возникает от излишков натрия, магния, бария, золота. Чесночный запах кожи придаёт избыточный селен.

Бледность кожи появляется при нехватке железа, марганца и меди, а также при переизбытке бария и теллура. Бледность губ может наблюдаться из-за недостатка кобальта. Шелушение кожи вызывает гипокальциемия, а также повышенное содержание бора и селена. Эритема кожных покровов возникает при гипермагниемии и высоком уровне селена и сурьмы. Посинение кожных покровов происходит при малом количестве железа, а также при избытке никеля и теллура. Патологические изменения кожи вызывает снижение уровня кремния и повышение содержания цинка.

Гипопигментация кожи обнаруживается при недостаточности никеля. Депигментация кожи выявляется при чрезмерном содержании в организ-

ме никеля и мышьяка. Пигментные пятна на коже может вызвать недостаток серы или перегрузка золотом. Потемнение кожи заметны при чрезмерном уровне железа, серебра и молибдена. Чешуйчатые высыпания на коже появляются при нехватке цинка. Причиной появления угрей может явиться гипокалиемия и недостаток цинка, а также интоксикация иодом и таллием. Раздражение кожи возникает при чрезмерном уровне рублидия и радия.

Кожные высыпания могут наблюдаться при гипонатриемии, гипофосфатемии, нехватке цинка, кремния и селена, а также превышении содержания в организме серы, брома, меди, иода, бора, хрома, сурьмы и таллия. Диффузные ливневые высыпания, в ряде случаев геморрагического характера возникают при интоксикации ртутью. К кожным гнойничковым заболеваниям предрасполагает недостаток селена, а также интоксикация сурьмой. Дерматит может возникнуть из-за нехватки цинка, никеля, мышьяка и молибдена, а также при увеличении содержания никеля, хрома, мышьяка, лития, кобальта, олова, сурьмы, висмута и ванадия.

Предрасположенность к фурункулезу возникает при недостатке цинка или избытке серы. Трещины кожи наблюдаются при дефиците железа. Появление экземы возможно при нехватке железа, а также излишках никеля и мышьяка. Язвы на коже могут появиться при низком уровне в организме магния и железа или при избытке олова, мышьяка и сурьмы. Раннее появление морщин происходит при пониженном содержании кремния или высоком уровне меди. Преждевременное старение кожи проявляется при гипохлоремии или переизбытке меди. К раку кожи (рак Боуэна) может привести интоксикация мышьяком.

Мозоли на подошвах ног появляются при гипокалиемии, а также при хроническом отравлении мышьяком. Сухость слизистых оболочек наблюдается при недостатке в организме иода. Пигментация слизистой оболочки ротовой полости, образование «висмутовой каймы» происходит от избытка висмута. Раздражение слизистых оболочек глаз вызывает повышенная концентрация брома. Отек и покраснение конъюнктивы возможны при повышении в воздухе уровня сероводорода или сернистого газа. Раздражение слизистых оболочек возникает при избытке рублидия. К воспалительным явлениям слизистых оболочек приводит повышение уровня ванадия.

Изъязвление и эрозии слизистых эпителиальных тканей проявляются при увеличении в организме содержания хрома и ртути. Предрасположенность к грибковым и инфекционным поражениям ногтей и кожи появляется при недостаточном уровне в организме молибдена. Патология ногтей может возникнуть при избытке цинка. Дистрофические изменения ногтевых пластинок могут появиться при гипокальциемии и

недостаточном содержании селена, а также при интоксикации мышьяком. Уплощение и «ложкообразность» ногтей – явный признак нехватки железа. Расслоение ногтей возможно при дефиците цинка, кремния и бора.

Ломкость ногтевых пластинок может появиться при гипокальциемии, гипомагниемии, снижении уровня железа, фтора и марганца, а также повышении содержания селена, мышьяка, ртути и радия. Патология волос возникает при нехватке кремния, меди, селена и марганца или переизбытке цинка. Замедление роста волос происходит при уменьшении содержания в организме цинка, селена и марганца или при интоксикации теллуrom. Гипопигментация волос наблюдается при дефиците цинка. Пигментация волос проявляется при интоксикации таллием. Ранняя седина может возникнуть при недостатке меди или избытке иода и мышьяка. Слабость волос отмечается при низком уровне в организме серы. Ломкость волос характерна для гипокалиемии, низком уровне бора или повышенном содержании иода. К выпадению волос предрасполагает гипонатриемия, гипохлоремия, гипомагниемия, нехватка фтора, цинка, меди, олова, селена и молибдена, а также переизбыток меди, иода, бора, селена, ртути и радия.

Таблица 131. Влияние нарушения минерального обмена на кожу, её придатки и слизистые оболочки

Влияние на кожу, её придатки и слизистые оболочки	Недостаточные химические элементы	Избыточные химические элементы
Кожный зуд	калий, кремний	кальций, железо, сера, никель, хром, мышьяк, сурьма
Сухость кожи	калий, кальций, железо, иод, кремний	
Излишне жирная кожа лица и тела	кремний	
Задержка потоотделения		теллур
Повышение потливости		натрий, магний, барий, золото
Чесночный запах кожи		селен
Бледность кожи	железо, марганец, медь	барий, теллур
Бледность губ	кобальт	
Шелушение кожи	кальций	бор, селен

Эритема кожных покровов		магний, селен, сурьма
Посинение кожных покровов	железо	никель, теллур
Патологические изменения кожи	кремний	цинк
Гипопигментация кожи	никель	
Депигментация кожи		никель, мышьяк
Пигментные пятна на коже	сера	золото
Потемнение кожи		железо, серебро молибден,
Чешуйчатые высыпания на коже	цинк	
Угри	калий, цинк	иод, таллий
Раздражение кожи		рубидий, радий
Кожные высыпания	натрий, фосфор, цинк, кремний, селен	сера, бром, медь, иод, бор, хром, сурьма, таллий
Диффузные ливневые высыпания, в ряде случаев геморрагического характера		ртуть
Кожные гнойничковые заболевания	селен	сурьма
Дерматит	цинк, никель, мышьяк, молибден	никель, хром, мышьяк, литий, кобальт, олово, сурьма, висмут, ванадий
Фурункулез	цинк	сера
Трещины кожи	железо	
Экзема	железо	никель, мышьяк
Изъязвления на коже	магний, железо	олово, мышьяк, сурьма

Раннее появление морщин	кремний	медь
Преждевременное старение кожи	хлор	медь
Рак кожи (рак Боуэна)		мышьяк
Мозоли на подошвах ног	калий	мышьяк
Сухость слизистых оболочек	иод	
Пигментация слизистой оболочки ротовой полости, образование «висмутовой каймы»		висмут
Раздражение слизистых оболочек глаз		бром
Отек и покраснение конъюнктивы		сера
Раздражение слизистых оболочек		рубидий
Воспалительные явления слизистых оболочек		ванадий
Изъязвление и эрозии слизистых эпителиальных тканей		хром, ртуть
Грибковые и инфекционные поражения ногтей и кожи	молибден	
Патология ногтей		цинк
Дистрофические изменения ногтевых пластинок	кальций, селен	мышьяк

Уплотнение и «ложкообразность» ногтей	железо	
Расслоение ногтей	цинк, кремний, бор	
Ломкость ногтей пластинок	кальций, магний, железо, фтор, марганец	селен, мышьяк, ртуть, радий
Патология волос	кремний, медь, селен, марганец	цинк
Замедление роста волос	цинк, селен, марганец	теллур
Гипопигментация волос	цинк	
Пигментация волос		таллий
Ранняя седина	медь	иод, мышьяк
Слабость волос	сера	
Ломкость волос	калий, бор	иод
Выпадение волос	натрий, хлор, магний, фтор, цинк, медь, олово, селен, молибден	медь, иод, бор, селен, ртуть, радий

3. ЗДОРОВЬЕ И МИНЕРАЛЫ

Верь опыту.

Овидий (43 до н.э. – ок. 18 н.э.)

Нормальная жизнедеятельность организма возможна лишь при наличии всех жизненно важных составляющих, получаемых из разнообразных натуральных продуктов. Широкое использование в современных «развитых» странах рафинированных и консервированных продуктов, снижение в результате интенсивного земледелия минерализации овощей, фруктов и других растительных плодов явилось одной из причин возникновения и нарастания случаев поражения такими болезнями «цивилизации», как атеросклероз, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, инфаркт миокарда, инсульт, остеопороз, кариес, депрессия и др., не свойственных нашим предкам и современным «неразвитым» народам, традиционно продолжающие питаться натуральными продуктами, богатыми минеральными веществами: рыба, ракообразные, моллюски, морские бурые водоросли, дичь, яйца диких птиц, мясо диких животных, дикорастущие растения, орехи, коренья, корни папоротника, сладкий картофель, кукуруза, бобы, просо, бананы, лягушки, насекомые, личинки (табл. 132).

Таблица 132. Зависимость частоты кариеса зубов от «традиционного» и «современного» питания

Этническая группа	% кариозных зубов	
	«Традиционное» питание	«Современное» питание
Швейцарцы	4,60	29,8
Эскимосы	0,09	13,0
Индейцы Анд и Амазонки	0,00	40,0
Меланезийцы	0,39	29,0
Полинезийцы	0,32	21,9
Африканцы	0,20	6,8
Австралийские аборигены	0,00	70,9
Новозеландские майори	0,01	55,3
Перуанцы побережий	0,04	40,0

Нехватка минералов в пищевом рационе вынуждает организм использовать их запасы, находящиеся в костях и других тканях. Поддержание нормального уровня кальция в крови при недостаточном его потреблении происходит за счет извлечения его из костной, мышечной и нервной тканей. Поэтому начальные признаки нехватки кальция выражаются мышечными судорогами, чувством тревоги, бессонницей, депрессией. Обследование женщин, страдающих депрессией, выявило снижение на 10% плотности костной ткани по сравнению со здоровыми. В дальнейшем нехватка кальция вызывает артериальную гипертензию и, наконец, – остеопороз. Таким образом, истощение запасов минералов приводит сначала к различным функциональным расстройствам, а затем и органическим поражениям (табл. 133).

Таблица 133. Функциональные расстройства при нарушениях минерального и витаминного обмена

Вид расстройства	Нехватка факторов		Прочие Факторы
	Минералы	Витамины	
Агрессивное поведение	Железо, литий	Тиамин, Витамин С	Избыток сахара, коровьего молока
Аллергия	Кальций, магний, цинк	Ниацин, пантотеновая кислота, витамины В ₁₂ , С, Е	Избыток основных жирных кислот
Тревога	Кальций, магний	Пиридоксин, ниацин, Тиамин	Избыток сахара, кофеина, алкоголя и жирных кислот
Депрессия	Кальций, медь, железо, литий, магний, калий	Биотин, фолиевая кислота, пиридоксин, рибофлавин, тиамин, витамины В ₁₂ , С	Избыток кофеина и сахара
Утомление	Железо, магний, калий, цинк	Фолиевая и пантотеновая кислоты, пиридоксин, витамины В ₁₂ , С, Е	Избыток сахара и кофеина
Гиперактивность	Кальций, медь, железо, магний, цинк. Избыток алюминия и свинца	Ниацин, пиридоксин, тиамин	Избыток сахара

Иммунодепрессия	Медь, германий, иод, железо, магний, марганец, селен, цинк	Фолиевая и пан- тотеновая кисло- ты, витамины А, В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, E	Избыток сахара
Бессонница	Медь, железо, магний. Избыток алюминия		Избыток кофеи- на и алкоголя

Недостаток магния кроме разнообразных неврологических расстройств может быть причиной аллергии и угнетения иммунитета. Нехватка железа приводит не только к повышенной утомляемости и депрессии, но также к гиперактивности и агрессивному поведению, бессоннице и иммунодепрессии. Цинковая недостаточность также сопровождается утомлением, гиперактивностью, иммунодепрессией и аллергией. Немаловажную роль в развитии многих функциональных расстройств играет нехватка витаминов А, В₁, В₂, В₆, В₁₂, С, D, E, ниацина, пантотеновой кислоты, фолиевой кислоты.

Свой вклад в развитие функциональных расстройств вносит избыток сахара, кофеина, алкоголя, коровьего молока, жирных кислот. Причем, если чрезмерное количество жирных кислот снижает усвоение некоторых минералов, то сахар, кофеин и алкоголь повышают их выделение через почки.

Неуклонно снижающееся качество «современной» пищи во все большей мере становится не в состоянии обеспечивать необходимого уровня потребления жизненно важных минералов, что является одной из причин возрастания случаев некоторых хронических заболеваний (табл. 134).

Таблица 134. Зависимость частоты отдельных хронических заболеваний от усугубления дефицита некоторых минералов

Заболевание	Число случаев на 1000 населения США		% прироста	Дефицитные минералы
	1980 г	1664 г		
Сердечные	75,40	89,47	18,67	Хром, медь, магний, калий, селен
Хронический бронхит	36,10	56,30	55,98	Медь, иод, железо, магний, селен, цинк
Астма	31,20	58,48	87,44	Магний
Шум в ушах	22,60	28,24	24,98	Кальций, магний, цинк
Костные деформации	84,90	124,70	46,96	Кальций, медь, фтор, магний

Приведенные данные показывают, что снижение за 14-летний период потребления хрома, меди, магния, калия и селена сопровождалось почти 19% приростом сердечных заболеваний. Уменьшение потребления меди, йода, железа, магния, селена и цинка привело за тот же период к полуторакратному росту хронического бронхита, а возросший дефицит магния почти удвоил число больных астмой.

Таким образом, одним из важнейших условий полноценной жизнедеятельности организма является достаточное потребление всех жизненно важных минералов. Это достигается использованием в питании разнообразных натуральных продуктов: овощей, фруктов, орехов, семян, бобовых, чеснока, водорослей, рыбы, ракообразных, моллюсков, мяса и внутренних органов диких и домашних промысловых животных.

Из принятой пищи человек усваивает в среднем около половины находящихся в ней минералов. Из животной пищи минералы усваиваются лучше, чем из растительной. Так, например, из продуктов животного происхождения усваивается 35% железа, а из растительных продуктов – только 2,9%. Присутствие в растительных продуктах фитиновых кислот снижает усвоение некоторых минералов. По этой причине люди, придерживающиеся строгой вегетарианской диеты испытывают серьезный недостаток цинка. Общее усвоение некоторых минералов взрослыми здоровыми людьми, придерживающихся смешанной диеты представлено в табл. 135.

Таблица 135. Общее усвоение минералов у здоровых взрослых людей со смешанным рационом, содержащим и растительные, и животные продукты.

Минерал	Усвоение, %
Йод	>50
Калий	80-90
Кальций	5-40
Кобальт	>50
Магний	25-50
Марганец	<5
Медь	25
Молибден	40-50
Натрий	>95
Селен	>50
Фосфор	50-60

Фтор	80-90
Хлор	>95
Хром	1-3
Цинк	33

Кроме того, усвоение минералов зависит от их соотношения и взаимодействия между собой. К примеру, снижение усвоения железа приводит к избыточному поступлению в организм меди, которая уменьшает усвоение никеля, а это, в свою очередь, усугубляет снижение усвоения железа.

Часто встречающаяся у взрослых нехватка магния и цинка существенно влияет на усвоение серы, фосфора, железа, кальция, меди и марганца. Женщины, как правило, имея нехватку кальция и железа, не способны в достаточной мере усваивать кобальт и фтор.

Усвоение кальция зависит от его соотношения с фосфором и магнием. Самым благоприятным для усвоения является соотношение кальция к фосфору 1:1,5. Этому требованию более всего соответствует творог. В других молочных продуктах уровень кальция превышает уровень фосфора.

Кроме фосфора на усвоение кальция существенное влияние оказывает магний. Лучшим соотношением кальция к магнию считается 1:0,5. К сожалению при значительном количестве кальция и благоприятном его соотношении с фосфором, в молочных продуктах отмечается относительная нехватка магния, что снижает усвоение кальция. К примеру, соотношение кальция и магния в сыре составляет 1:0,05; в твороге – 1:0,14; в кефире и молоке – 1:0,12 (табл. 136).

Таблица 136. Содержание минеральных веществ в 100 г молочных продуктов

Продукты	Минеральные вещества, мг					
	кальций	фосфор	натрий	магний	калий	железо
Сыр «Российский»	1000	540	820	50	116	1,1
Творог полужирный	164	220	41	23	112	0,4
Молоко коровье	120	90	50	14	146	0,06
Кефир нежирный	126	95	52	15	152	0,1

К тому же, молочные продукты содержат также мало калия и железа.

Наилучшим источником легкоусвояемого железа являются мясные и отдельные рыбные продукты, которые, однако, при малом количестве кальция содержат довольно много фосфора (табл. 137).

Таблица 137. Содержание минеральных веществ в 100 г мясных продуктов

Продукты	Минеральные вещества, мг					
	кальций	фосфор	натрий	магний	калий	железо
Печень говяжья	9	314	104	18	277	6,9
Язык говяжий	8	224	100	19	255	4,1
Мясо кролика	20	190	335	25	335	3,3
Говядина или телятина	10	200	73	25	350	2,9
Баранина	10	180	90	22	310	2,2
Свинина мясная	7	164	58	24	285	1,7
Гуси	12	165	91	30	240	2,4
Утки	10	136	58	15	156	1,9
Куры	17	189	75	20	220	1,6
Сардина океанская	80	280	140	40	285	2,5
Сельдь среднесоленая	80	270	4800	40	215	2,4
Икра кеты зернистая	90	490	–	29	265	1,8
Скумбрия атлантическая	40	280	100	50	280	1,7

Из растительных продуктов более всего богаты минеральными веществами орехи и бобовые, в меньшей степени – злаковые. (табл.138).

Таблица 138. Содержание минеральных веществ в 100 г некоторых растительных продуктах

Продукт	Минеральные вещества, мг							
	кальций	фосфор	натрий	магний	калий	железо	цинк	медь
Миндаль	234	504	4	293	773	4,7	3,1	1,4
Фундук	209	337	2	174	704	3,4	2,4	1,3
Арахис	69	447	5	158	674	2,1	3,2	0,8
Фисташки	131	500	–	158	972	7,3	–	–
Семена тыквы	51	1144	–	–	–	11,2	7,4	–
Семечки подсолнечника	120	837	30	38	920	7,1	4,6	1,8
Грецкие орехи	–	570	3	190	460	6	3,4	–

Обычные бобы	68	121	338	37	268	2	-	-
Чечевица	37	119	12,6	38,1	249	2,1	1	0,2
Горох сушеный	4	270	13,3	30	271	2,7	1,1	0,2
Соевые бобы сухие	73	179	2	-	540	2,7	-	-
Рожь	38	376	133	1	467	3,7	3,2	0,3
Гречиха	114	282	-	253	448	3,1	-	0,8
Пшеничная мука	16	87	2	-	95	2,9	0,7	-

Из орехов лучшими источниками кальция являются миндаль (Ca/P = 1:1,9; Ca/Mg = 1:1,1) и фундук (Ca/P = 1:1,6; Ca/Mg = 1:0,8), имеющие также в своем составе значительные количества калия, железа, цинка и меди. Семена тыквы и подсолнечника более других насыщены цинком. Среди злаковых наиболее богаты минеральными веществами гречиха и рожь. Однако, соотношения кальция с фосфором и магнием не совсем благоприятны: у гречихи – Ca/P = 1:2,5 и Ca/Mg = 1:2,2; у ржи – Ca/P = 1:10 и Ca/Mg = 1:3,5.

Следовательно, лишь хорошо сбалансированный рацион, включающий разнообразные взаимодополняющие натуральные растительные и животные продукты может в достаточной мере обеспечить организм всеми необходимыми минералами в оптимальных соотношениях.

К минеральным пищевым добавкам следует относиться с осторожностью, назначая их лишь при недостаточном получении с продуктами питания, в рекомендуемых дозах, преимущественно с лечебной целью под строгим наблюдением и лабораторным контролем.

4. СВОЙСТВА ВОДЫ И ЕЕ РАСТВОРОВ

От многой мудрости, много скорби.
Соломон (X в. до н.э.)

Через всякий живой организм постоянно проходит поток разнообразных веществ, принимающих участие в обменных процессах и выделяемых во внешнюю среду в виде конечных продуктов обмена. Этот постоянный поток газов, жидкостей, минеральных и питательных веществ в виде водного раствора перемещается внутри организма, достигая клеток различных органов, где, благодаря биохимическим реакциям, происходят различные пластические и энергетические превращения, затем осуществляется перенос и перераспределение полученных продуктов и энергии внутри организма и, наконец, – удаление отработанных веществ. В этом сложнейшем процессе вода является не только растворителем и переносчиком продуктов обмена, но и сама принимает участие в многих биохимических преобразованиях.

Благодаря потоку веществ, организм постоянно обновляется. К примеру, мужчина массой 70 кг, имеющий в организме около 40 литров воды, за счет ежедневного поступления и выделения 2 литров воды менее чем за месяц способен полностью обновить свою внутреннюю водную среду. Всё живое на Земле сосуществует как бы в одном общем «аквариуме», из которого мы получаем воду и куда её затем выделяем. Эти водные потоки разных организмов перемешиваются и молекулы воды, покинувшие один организм, поступают в другие живые существа. Не исключено, что в некоторых из нас имеются молекулы воды, некогда поддерживавшие жизнь Сократа, Александра Македонского или Юлия Цезаря. Одним словом, все живые существа на Земле – родственны по воде, обеспечивающей их жизнедеятельность.

На этот естественный природный и биологический процесс в наше время возрастающее неблагоприятное воздействие оказывает хозяйственная деятельность, приводящая к засорению атмосферы и воды ядовитыми промышленными и транспортными отходами. Виновные в загрязнении нашей общей среды обитания должны понять, что от ядовитого бумеран-

га, запущенного ими, невозможно уберечься и рано или поздно беда настигнет их вместе с миллионами обитателей нашей маленькой планеты. Ради сохранения нашего общего дома уже сейчас необходим строжайший экологический контроль всей хозяйственной деятельности в планетарном масштабе.

Ранее считалось, что вода представляет собой простейший неделимый элемент. Лишь в конце XVIII века французскому ученому Лавуазье удалось опытным путем получить 2,5 грамма воды от сжигания водорода в смеси с кислородом и доказать, что её молекула состоит из соединения этих газов. В наши дни любому образованному человеку известна химическая формула воды – H_2O и её основные физические свойства.

Дальнейшие научные поиски обнаружили химическую неоднородность воды. Так, в 30-е годы XX столетия американскому физику Гарольду Юри удалось доказать, что небольшая часть воды имеет формулу D_2O , в которой водород представлен своим изотопом – дейтерием. Это соединение было названо тяжелой водой. Тяжелая вода имеет более высокую плотность, температуру замерзания и кипения по сравнению с обычной водой. В литре речной воды содержится около 150 мг тяжелой, а в литре морской – 165 мг. Тяжелая вода отличается от обычной не только физическими, но и биологическими свойствами. Она подавляет жизнедеятельность, замедляя биохимические процессы в организме. Сниженное содержание тяжелой воды в горных источниках считается одним из условий более частых случаев долгожительства у горцев Кавказа. Вместе с тем высокому содержанию тяжелой воды приписывается исчезновение с лица Земли некоторых оазисов и даже цивилизаций.

Одним из ценных физических свойств воды является ее высокая теплоемкость, почти в два раза превышающая таковую спиртов и масел. Это качество придает устойчивость живых систем к перепадам температуры, позволяя сохранять постоянство внутренней среды. Причем, наименьшая теплоемкость воды проявляется при температуре $37^{\circ}C$, что позволяет теплокровному организму малыми затратами энергии воспроизводить защитную гипертермию при инфекционных заболеваниях.

Но все же наиболее важным качеством, сделавшим ее фундаментом жизни, является то, что вода – непревзойденный универсальный растворитель. В силу этого химически чистая вода в природе не встречается. В ней всегда растворены те или иные газы и соли. Следовательно, любая природная вода – это газо-солевой раствор различной насыщенности. Не составляет исключения пресная питьевая вода, содержащая в литре 200-500 мг минеральных солей.

Прекрасная способность воды к растворению различных веществ связывается с пространственной структурой ее молекулы. Считается, что

молекула воды представляет собой диполь. Положительный полюс этого диполя представлен двумя атомами водорода, отдавшими свои электроны. Кислород же, получивший эти два электрона, смещен к отрицательному полюсу диполя. Молекулы воды, ориентируясь к каждому иону минеральной соли противоположным его заряду полюсом создают электростатические силы, способные отделить этот ион от кристаллической решетки. После отделения каждый ион оказывается окружен гидратной оболочкой, ориентированных к нему противоположным его электрическому заряду полюсом молекул воды. В итоге на поверхности гидратной оболочки оказывается тот же электрический знак, как и у окруженного иона. Наличие гидратных оболочек, предотвращающих прямой контакт катионов и анионов, определяет стабильность раствора.

Такие растворы, в которых вещества находятся в ионной форме считаются истинными. При этом растворенные частицы имеют размер около 10^{-10} м., т.е. близок к размеру атомов и молекул.

Растворы, содержащие частички вещества размером от 10^{-9} до 10^{-7} м во взвешенном (не ионизированном) состоянии называют коллоидными. Коллоидные растворы бывают трех видов: суспензоидные, мицелярные и молекулярные.

Суспензоидные растворы или золи состоят из низкомолекулярных неорганических веществ, представленных металлами, окислами химических элементов и разных солей. Препятствием к слипанию и укрупнению разно великих частичек в этих растворах служит их одинаковый знак электрического заряда. Золи относят к необратимым коллоидным растворам, т. К. после выпаривания или выпадения осадка добавление растворителя не переводит осажденные частицы вновь в суспензоидный раствор

Мицелярные или ассоциативные растворы состоят из мицелл, включающих до 10^9 атомов и представляющих собой агрегаты низкомолекулярных веществ, окруженные двойным слоем ионов. Внутренний или потенциал образующий слой ионов окружен противоионами, часть из которых при многочисленных соударениях выбивается с поверхности мицеллы, в которой начинает преобладать электрический заряд внутреннего слоя. Наличие этого заряда позволяет сохраняться этим растворам достаточно продолжительное время.

Молекулярные коллоидные растворы состоят из природных или синтетических макромолекул размером от 10^7 до 10^{10} нм. При коагуляции эти растворы переходят в состояние студня или геля. Добавление воды к высушенным студням приводит к повторному их набуханию. Это качество лежит в основе приготовления и использования в клинической практике различных белковых лиофилизированных препаратов.

4.1. Зависимость растворимости солей в воде от температуры

Температурная зависимость растворимости в воде различных солей указывает на преимущества теплокровных над холоднокровными животными.

Доказательством этому служит близкая к максимальной растворимость солей в интервале температур, свойственному теплокровным животным (табл. 139).

Таблица 139. Зависимость растворимости солей в воде от температуры

Соль (г/л)	Температура, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
NaCl	35,7	35,8	36,1	36,4	36,7	37,1	–
Na ₂ CO ₃	12,5	21,5	40,6	50,0	–	46,6	46,2
Na ₂ SO ₄	9,0	19,2	41,0	48,0	46,8	45,3	45,1

Газы в пределах растворимости образуют молекулярные растворы. При этом их молекулы располагаются между молекулами воды. Превышение предела растворимости приводит к образованию в газовом растворе мельчайших пузырьков. В свою очередь, растворимость газов прямо пропорциональна давлению и обратно пропорциональна температуре.

Концентрация растворов измеряется в различных единицах:

- весовые проценты (%) указывают на количество грамм растворенного вещества в 100 г раствора;
- объемные проценты (об. %) выражают количество миллилитров растворенной жидкости в 100 мл раствора;
- титр (г/мл) обозначает содержание растворенного вещества в 1 мл раствора;
- молярность (моль/л) или молярная концентрация указывает на количество грамм-молекул вещества в 1 л раствора;
- нормальность (моль/л) или нормальная концентрация – это количество грамм-эквивалентов растворенного вещества в 1 л раствора;
- моляльность (моль/кг) или моляльная концентрация отражает количество грамм-молекул вещества в 1 кг растворителя.

Известно, что 1 моль или 1 грамм-молекула вещества равна такому числу грамм, сколько кислородных единиц составляет его молекулярная масса. К примеру, 1 моль ионов водорода равен 1 г, 1 моль воды – 18 г, а 1 моль поваренной соли – 58 г.

4.2. Водородный показатель воды

Водородным показателем (рН) считается отрицательный логарифм концентрации водородных ионов:

$$\text{pH} = -\lg(\text{H}^+)$$

В зависимости от концентрации водородных ионов реакция воды может быть нейтральной, кислой или щелочной.

Вода является слабым электролитом, с небольшой степенью диссоциации. На ион водорода H^+ и гидроксильный ион OH^- распадается лишь одна из 10 млн. молекул (10^{-7}):



Таким образом, концентрация каждого из ионов равна 10^{-7} моль/л, а произведение их концентраций, являясь постоянной величиной, называется ионным произведением воды K_w :

$$K_w = (\text{H}^+) \cdot (\text{OH}^-) = (10^{-7}) \cdot (10^{-7}) = 10^{-14} \text{ (моль/л)}^2.$$

При нейтральной реакции воды ($\text{pH} = 7$) концентрации ионов водорода C_{H^+} и гидроксильных ионов $C_{\text{он}^-}$ равны по 10^{-7} моль/л. Значения $\text{pH} < 7$ отражают различную степень превышения концентрации водородных над гидроксильными ионами, указывая на смещение реакции среды в кислую сторону. Показатели $\text{pH} > 7$ соответствуют снижению концентрации ионов водорода и пропорциональному повышению уровня гидроксильных ионов, что приводит к ощелачиванию реакции среды. По гигиеническим требованиям водородный показатель (рН) питьевой воды не должен выходить из пределов от 6 до 9.

5. ВОДНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН ОРГАНИЗМА

Человеку без воды – и не туды и не сюды.

Песня из к/ф «Волга-Волга»

Организм представляет собой совокупность клеточных сообществ, связанных общей водной средой. Постоянство этой среды является определяющим условием обеспечения сложнейших биохимических преобразований внутри каждой клетки. Доставка клеткам энергетических и пластических веществ, минеральных солей и кислорода, а также удаление конечных продуктов обмена веществ осуществляется через водный раствор. Поэтому поддержание в организме определенных количественных и качественных соотношений воды и растворенных в ней веществ имеет первостепенное значение.

Основная часть воды (88%) поступает через желудочно-кишечный тракт, из которого переходит в сосудистое русло, затем – в межклеточное пространство и, наконец, достигает клеток, где происходят все биохимические превращения и в результате окисления жиров, углеводов и белков дополнительно образуется около 12% обменной воды (рис. 3).

СТРУКТУРА ЕЖЕДНЕВНОГО ПОСТУПЛЕНИЯ ВОДЫ

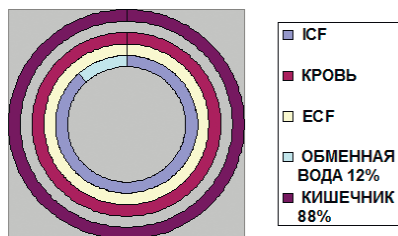


Рис. 3. Структура ежедневного поступления воды в организм человека

При окислении 100 г жиров образуется 107 мл воды, окисление 100 г углеводов даёт 55 мл воды, а из окисления 100 г белков получается 41 мл воды (рис. 4).

ПРИ ОКИСЛЕНИИ	
<i>граммы</i>	<i>мл</i>
100 жиров	= 107 воды
100 углеводов	= 55 воды
100 белков	= 41 воды

Рис. 4. Количество воды, образующейся при окислении жиров, углеводов и белков

5.1. Зависимость содержания воды в организме от возраста, телосложения и пола

На содержание воды в организме человека влияют возрастные, конституционные и половые факторы. При этом доля воды в организме различных людей может колебаться в пределах 40-80%. Самая высокая гидратация, доходящая до 80%, обнаруживается у недоношенных младенцев. К 3 мес. количество воды снижается до 70%, а к 6 мес. – достигает 60%. В дальнейшем у детей, подростков и взрослых количество воды в организме изменяется незначительно в пределах 58-60%. В пожилом возрасте за счет снижения мышечной массы наблюдается уменьшение содержания воды до 45-55%. Все вышесказанное имеет отношение к мужчинам нормостенического телосложения.

Отклонение массы тела от нормального уровня у взрослых влечет за собой изменение степени гидратации организма. При избыточном весе со значительными жировыми отложениями, относящимися к маловодным тканям, доля воды может снижаться по отношению к массе тела до 40-50%. И, наоборот, у худощавых субъектов относительное количество воды увеличено, достигая 70-75% от веса (табл. 140).

Таблица 140. Зависимость количества жидкости в организме от возраста

Возраст	Доля жидкости от массы тела, %
Недоношенный новорожденный	80
3 мес.	70
6 мес.	60
1-2 года	59
11-16 лет	58
Взрослый	58-60
Взрослый с ожирением	40-50
Худощавый взрослый	70-75
Пожилой	45-50

По сравнению со взрослыми нормостеническими мужчинами, имеющими в организме около 60% воды, у женщин этот показатель снижен на 10%, составляя 52-55% от массы тела (рис. 5).

Содержание воды в организме человека в зависимости от пола

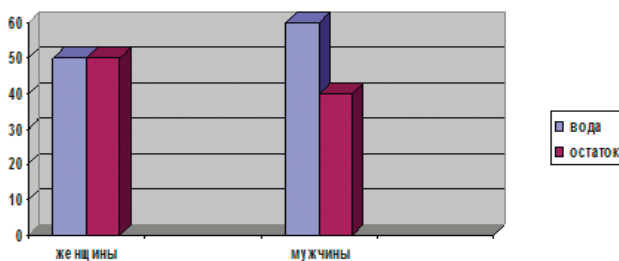


Рис. 5. Соотношение воды и сухого остатка в организме человека в зависимости от пола

Это связано с тем, что мужчины, как правило, обладают большей мышечной массой, содержащей много воды, а женщины имеют более значительную жировую маловодную прослойку.

СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ

ЭМАЛЬ ЗУБА	2-3%
ЖИРОВАЯ ТКАНЬ	10%
СКЕЛЕТ	22%
ПЕЧЕНЬ	68,3%
КОЖА	72%
КИШЕЧНИК	74,5%
МОЗГ	74,8%
МЫШЦЫ	75,6%
КРОВЬ	83%
СТЕКЛОВИДНОЕ ТЕЛО	99%

Рис. 6. Содержание воды в различных тканях организма

5.2. Распределение жидкости в организме по секторам

Жидкость в организме распределяется по секторам. Каждый сектор имеет свой состав жид-

кости, соответствующий его функциональной роли в процессе жизнедеятельности организма. Выделяются следующие водные сектора:

- внутриклеточное пространство;
- естественные замкнутые полости;
- межклеточное пространство;
- кровяное русло;
- полость желудочно-кишечного тракта;
- полость мочевыделительной системы.

Внутриклеточная жидкость является самым объемным сектором. Во внутриклеточном пространстве содержится около 2/3 всей жидкости или 40% массы тела взрослого человека. К примеру, если мужчина весом 70 кг имеет около 42 л воды (60% от массы тела), то 28 л этой жидкости находится в клетках.

Жидкость естественных замкнутых полостей или трансцеллюлярная жидкость находится в спинномозговом пространстве, глазных яблоках, а также в плевральной, перикардиальной, перитонеальной и синовиальных полостях. Она в основном выполняет механическую роль амортизатора и регулятора внутриполостного давления для головного и спинного мозга или смазки, снижающей трение, в серозных и суставных полостях. Общее количество этой жидкости в норме не превышает 100-200 мл и она характеризуется невысокой обменной активностью. Вместе с тем при не-

которых заболеваниях в серозных полостях может накапливаться суммарно до 10-20 л жидкости.

Межклеточная или интерстициальная жидкость является передаточной средой между кровеносным руслом и клетками. Имея значительный объем, она содержит некоторый запас питательных веществ и кислорода и служит роль своеобразного аккумулятора. Этой жидкости у взрослых около 11-12 л, что составляет 15-17% от массы тела. По своему объему она занимает второе место после внутриклеточной. У новорожденных доля межклеточной жидкости в 2 раза выше взрослых, составляя около 30% массы тела, следовательно, резервный запас кислорода и питательных веществ у них также увеличен. Это имеет важное значение для повышения устойчивости плода к гипоксии во время родов.

Сектор кровяного русла в буквальном и переносном смысле занимает центральное положение. Три четверти объема крови циркулирует в большом круге кровообращения и одна четверть – в малом круге. Причём, больше половины всей крови (55%) находится в венозном русле, 15% – в артериальном русле, 15% – в лёгких, 10% – в полости сердца аорте и лёгочной артерии и 5% – в капиллярном русле (рис. 7).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦК В СОСУДИСТОМ РУСЛЕ

Большой круг кровообращения – 75%
Малый круг кровообращения – 25%

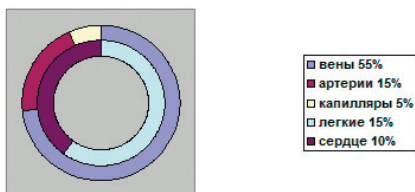


Рис. 7. Распределение объёма циркулирующей крови в сосудистом русле

Кровь по сложности своего состава представляет собой совершенно особую жидкую среду, качественно отличную от жидкостей других водных секторов. Это фактически жидкая ткань, образованная смесью автономных кровяных клеток и межклеточной жидкости (плазмы). Второй отличительной особенностью крови является ее постоянное перемещение в сосудистом русле и активный обмен веществами и газами с межклеточным сектором и различными органами. В силу перечисленных особенностей кровь обеспечивает:

- доставку в межклеточное пространство кислорода, воды, энергетических, минеральных и пластических веществ;
- распространение внутри организма гормонов;
- подведение в очаги инфекционных и иммунных конфликтов иммунокомпетентных клеток, фагоцитов, антител и других компонентов иммунного ответа;
- теплообмен между различными органами и тканями;
- перенос из межклеточного сектора конечных продуктов обмена к выделительным органам.

В зависимости от возраста, пола и телосложения кровь составляет от 5,5 до 11,0% массы тела (55-110 мл/кг). Больше всего крови относительно массы тела имеют недоношенные младенцы – 100-110 мл/кг. У доношенных младенцев объём циркулирующей крови 90-100 мл/кг. К 1-4 годам этот показатель снижается до 85-90 мл/кг, к 4-6 годам – 80-85 мл. К 12 годам относительный объём крови приближается к уровню взрослых, составляя 65-70 мл/кг, у школьников – 75-80 мл/кг. У мускулистых людей 70-75 мл/кг на 10% превышая средние величины людей с нормальным сложением, у худых – он снижен на 7%, а у тучных – на 15% ниже средних величин. У пожилых людей старше 70 лет относительное количество крови на 10% ниже соответствующих показателей людей активного возраста (табл. 1).

Таблица 141. Зависимость объема циркулирующей крови (мл/кг) от возраста, пола и телосложения

Возраст	Телосложение	♀	♂
Недоношенные	Нормостеники	100	110
Доношенные	Нормостеники	90	100
1-4 года	Нормостеники	85	90
4-6 лет	Нормостеники	80	85
Школьники	Нормостеники	75	80
Взрослые	Мускулистые	70	75
Взрослые	Нормостеники	65	70
Взрослые	Худые	60	65
Взрослые	Тучные	55	60
Старше 70 лет	Нормостеники	60	65

Жидкость в полости желудочно-кишечного тракта находится в виде химуса, представляющего собой смесь принятой воды, пищи и пищеварительных соков. Средний объем химуса составляет около 1-2 л при постоянном всасывании жидкости в кровь и дополнительном поступлении в просвет пищеварительного тракта до 6-8 л пищеварительных соков в сутки. Пищеварительный тракт является началом жизненного потока растворов, восполняющих расходы и потери организма в процессе жизнедеятельности.

Сектор мочевыделительной системы является конечным резервуаром, завершающим жизненный поток жидкостей организма выведением отработанных продуктов обмена веществ. В отличие от всех остальных водных секторов, между которыми может осуществляться перераспределение воды, жидкость в полости мочевыделительной системы исключается из дальнейшего обмена в организме. Емкость этого сектора около 500-800 мл. За сутки через него проходит 1,5-2 л жидкости.

Таким образом, поступающая через желудочно-кишечный тракт жидкость последовательно переходит сначала в кровеносные сосуды, затем в межклеточное пространство, и лишь после этого попадает в клетки и в естественные замкнутые полости. Процесс выделения воды происходит в обратном порядке: из клеток – в межклеточный сектор, затем в кровеносные сосуды, из которых выделяется из организма через почки, кожу, легкие и желудочно-кишечный тракт. В норме 58% жидкости выделяется из организма через почки, 23% теряется через кожу, 15% – с выдыхаемым воздухом и около 4% – удаляется через кишечник (рис. 8).

СТРУКТУРА ЕЖЕДНЕВНОГО ВЫВЕДЕНИЯ ВОДЫ

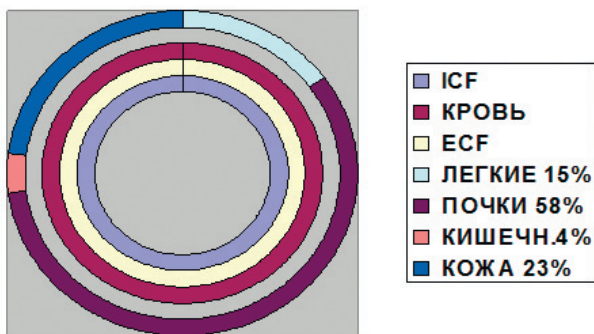


Рис. 8. Структура ежедневного выделения воды из организма человека

5.3. Растворы в организме

Жидкости организма состоят из сложных водных растворов, включающих «электролиты» – молекулы, разделяющиеся в растворе на

ионы; «неэлектролиты» – сравнительно малые не диссоциирующие молекулы и «коллоиды» – крупные биополимерные молекулы.

Электролиты относятся к веществам, проводящим электрический ток. В водных растворах они разделяются на положительно заряженные катионы и отрицательные – анионы. Концентрация электролитов в различных жидкостях организма имеет отличия (табл. 4).

Таблица 142. Концентрация основных электролитов в жидкостях организма

Вид жидкости	Концентрация ионов (мэкв/л)				
	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
В клетках скелетных мышц	12	150	4	12	40
Межклеточная жидкость	145	4,4	117	27	2,3
Плазма крови	142	4,5	104	24	2
Слюна	40	15	30	0	-
Желудочный сок	60	7	100	0	-
Панкреатический сок	130	7	60	100	-
Желчь	150	7	80	30	-
Кишечный сок	140	5	Варьирует	Варьирует	-
Пот	45	5	58	0	-

Электролитный состав внутриклеточной и межклеточной жидкостей существенно отличается. Уровень некоторых ионов внутри клеток ниже межклеточного: Na⁺ – в 14 раз, Cl⁻ – в 33 раза, HCO₃⁻ в 2,7 раза. Уровень других ионов в клетках превышает межклеточный: K⁺ – в 32 раза и PO₄³⁻ – в 55 раз. Таким образом, основным внутриклеточным катионом является калий, а межклеточным – натрий. Основной внутриклеточный анион представлен фосфатом, а основной межклеточный анион – хлор (рис. 9).

ОСМОЛЯРНСТЬ (N = 285±5 мосм/л)

КАТИОНЫ	1 мосм/л = 1 ммоль/л ммоль/л	АНИОНЫ
Na⁺ 140	10	100 Cl⁻
K⁺ 5	160	27 HCO₃⁻
Ca⁺⁺ 2,5	1	15 белки
Mg⁺⁺ 1,5	14	1 PO₄⁻⁻⁻
	55	0,5 SO₄⁻⁻⁻
	10	

Рис. 9. Соотношение катионов и анионов во внутриклеточной и внеклеточной жидкостях организма человека

Вместе с тем уровень электролитов межклеточной жидкости и плазмы крови отличается незначительно и может считаться практически идентичным.

В слюне содержится сравнительное небольшое количество ионов натрия и хлора, но зато концентрация калия там в 2-3 раза выше, чем в других соках пищеварительного тракта.

В желудочном соке по сравнению с панкреатическим уровень Na⁺ в 2 раза ниже, HCO₃⁻ – отсутствует, но концентрация Cl⁻ – выше в 1,5 раза. И если основным катионом в обоих соках является Na⁺, то основной анион желудочного сока – это Cl⁻, а панкреатического – HCO₃⁻.

Желчь и кишечный сок близки по своему электролитному составу, за исключением анионов хлора и бикарбоната, концентрация которых в кишечном соке подвержена значительным вариациям.

Как видно, что при потоотделении организм человека теряет в основном воду и в меньшей степени натрий, содержание которого в 3,5 раза ниже, чем в плазме крови или межклеточной жидкости. Калий при этом выводится в концентрации близкой к межклеточной жидкости или к плазме крови.

Растворы электролитов оказывают существенное влияние как на осмолярность, так и на кислотно-основной баланс жидкостей организма.

К неэлектролитам, растворенным в жидкостях организма, относят глюкозу, мочевины, креатинин, билирубин и др. Эти вещества при повышенном уровне могут изменять осмолярность жидкостей, но не оказывают существенного влияния на кислотно-основной баланс.

К крупным биологическим полимерам, которые образуют коллоидные растворы, относятся: белки, липопротеиды, гликопротеиды, ферменты и др. Присутствие этих веществ в жидкостях организма придает им коллоидно-осмотические свойства. Эти свойства играют решающую роль в регуляции обмена воды между смежными секторами жидкостей организма. Кроме того, белковые растворы наряду с гемоглобином служат главными составляющими буферных систем жидкостей организма.

5.3.1. Суммарные характеристики растворов электролитов и неэлектролитов

Суммарная концентрация всех растворенных частиц электролитов и неэлектролитов вне зависимости от их вида количественно характеризуется осмолярностью или осмоляльностью, а качественно – тоничностью.

Показатель осмолярности отражает общее количество растворенных частиц в 1 литре раствора (мОсм/л – миллиосмоль/л), а уровень осмоляльности – число частиц в 1 кг растворителя (мОсм/кг). В пределах относительно невысоких концентраций электролитов и неэлектролитов в жидкостях организма понятия осмолярности и осмоляльности считаются практически идентичными. В 1 мОсм число частиц эквивалентно 1 ммоль, содержащему 6×10^{20} частиц.

Действие осмолярности проявляется в случаях ее разницы в растворах, разделенных полупроницаемой мембраной. При условии хорошей проницаемости через мембрану растворителя и затруднений прохождения растворенных веществ, растворитель из жидкости с низкой осмолярностью переходит в жидкость с высокой осмолярностью до выравнивания осмолярности по обе стороны мембраны.

В норме осмолярность жидкостей организма находится в пределах 280-300 мОсм/л. По отношению к этому уровню все растворы качественно разделяются на:

- изотонические;
- гипотонические;
- гипертонические.

Осмолярность (О) биологических жидкостей образуется сложением концентраций (ммоль/л) всех ионов и молекул, составляющих этот раствор. Коллоидные молекулы даже в плазме крови, где их концентрация наивысшая, занимают лишь 0,55% в формировании общей осмолярности и обычно в расчет не принимаются. Тем не менее, при необходимости концентрация коллоидных частиц (ККЧ) может быть выведена из величины общего белка (ОБ):

ККЧ мэкв/л = 2,4 x ОБ г/дл при рН 7,38. Изменения на 0,10 рН влечет за собой прибавку коэффициента пересчета также на 0,10 (табл. 143).

Таблица 143. Зависимость коэффициента пересчета концентрации коллоидных частиц от рН

Показатель	Зависимость коэффициента от рН					
	7,00	7,10	7,20	7,30	7,40	7,50
ККЧ	2,03	2,13	2,23	2,33	2,43	2,55

К примеру, при уровне общего белка 8,4 г/дл и рН 7,20 количество коллоидных частиц ККЧ = 2,23 x 8,4 = 18,7 мэкв/л, а при содержании общего белка 6,6 г/дл и рН 7,40 показатель ККЧ = 2,43 x 6,6 = 16 мэкв/л.

Показатели осмолярности плазмы крови, находящиеся в пределах нормальных величин ($O_{>N}$), как правило, указывают должный уровень содержания воды в организме. Превышение нормального уровня осмолярности ($O_{>N}$) указывает на дефицит (Deficit – “D”) общего количества воды в организме (Total Body Water) – D_{TBW} , который равен произведению степени превышения осмолярности $(O_{>N} - O_N)/O_N$ на вес (Weigh) пациента – W_p и на величину относительного содержания воды в организме (у мужчин – 0,6, а у женщин – 0,52):

$D_{TBW} (л) = (O_{>N} - O_N)/O_N \times W_p \text{ кг} \times 0,6 [0,52]$. К примеру, если у пациента с массой тела 70 кг, осмолярность равна 320 мОсм/л, то общая нехватка воды составит: $D_{TBW} = (320 - 300)/300 \times 70 \times 0,6 = (20 \times 70 \times 0,6)/300 = 14 \times 0,2 = 2,8$ л. Таким образом, у данного пациента нехватка воды составляет 2800 мл.

Соответственно снижение уровня осмолярности ($O_{<N}$) указывает на избыток (Surplus – “S”) общего количества воды – S_{TBW} , который равняется произведению степени снижения осмолярности $(O_N - O_{<N})/O_N$ также на вес пациента и величину относительного содержания воды в организме: $S_{TBW} (л) = (O_N - O_{<N})/O_N \times W_p \text{ (кг)} \times 0,6 [0,52]$. К примеру, если у женщины с массой тела 60 кг осмолярность плазмы равняется 250 мОсм/л, то избыток жидкости составит: $S_{TBW} = (280 - 250)/280 \times 60 \times 0,52 = (30 \times 60 \times 0,52)/280 = (180 \times 0,13)/7 = 3,34$ л. Значит избыток воды у данной пациентки составляет 3340 мл.

5.3.2. Суммарные характеристики растворов коллоидов

Отличительной особенностью коллоидных растворов является способность создавать на границе разделения сред коллоидно-осмотическое дав-

ление. Это давление пропорционально концентрации коллоидных частиц в растворе. Основными коллоидными частицами в жидкостях организма являются белки. Содержание их в разных водных секторах различно:

- межклеточная жидкость – 4 г/л;
- лимфа – 39 г/л;
- плазма крови – 66-80 г/л.

Различие в концентрации белка создает градиент коллоидно-осмотического давления, играющий важную роль в обмене воды между секторами.

Различные белки вносят свой вклад в формирование коллоидно-осмотического давления. К примеру, в плазме крови альбумины проявляют 65-80% коллоидно-осмотической активности, глобулины – 16-18%, фибриноген – около 2%.

Нормальный уровень коллоидно-осмотического давления (КОД) находится в пределах 20-24 мм. рт. ст.

5.4. Через мембранный обмен растворами

Водные секторы организма разделены полупроницаемыми мембранами, позволяющими

смежным секторам обмениваться между собой лишь определенными веществами, поддерживая тем самым физиологически необходимый состав каждого сектора. В организме имеются три типа подобных мембран:

- клеточные липидно-белковые мембраны, находящиеся на границе клеточного и межклеточного пространств;
- капиллярные мембраны, через которые межклеточный сектор общается с кровяным руслем;
- эпителиальные мембраны, находящиеся между межклеточным пространством и жидкостью замкнутых полостей организма, а также отграничивающие кровяное русло от полости желудочно-кишечного тракта и полости мочевыделительной системы.

5.4.1. Механизмы через мембранного перетока растворов

В организме используются четыре способа через мембранного перетока:

- диффузия;
- осмос;
- активный транспорт;
- фильтрация.

Диффузия основана на свойстве растворенных частиц равномерно распределяться по всему объему растворителя и способности проникно-

вения их через разделяющую сектора мембрану с выравниванием концентрации проникающих частиц по обе стороны мембраны.

Скорость диффузии возрастает при:

- снижении размеров и массы растворенных частиц за счет увеличения их проникающей способности;
- увеличении концентрации растворенных частиц, повышающей плотность потока этих частиц;
- уменьшении расстояния перемещения растворенных частиц, сокращающего путь перемещения;
- увеличении площади полупроницаемой мембраны, повышающей суммарный переток частиц;
- повышении температуры раствора, увеличивающего скорость перемещения растворенных частиц.

Различают простую и облегченную диффузию. **Простая диффузия** осуществляется проходом достаточно малых молекул (вода, мочеви́на) через белковые поры или же проникновением жирорастворимых молекул (кислород, углекислый газ) через липидный слой мембраны.

При облегченной диффузии перемещаемая молекула (к примеру, глюкоза) сначала соединяется со специальным переносчиком. Образованный комплекс растворяется в липидном слое мембраны и проникает на ее другую сторону. После этого комплекс распадается и переносчик готов совершить новый цикл переноса молекулы сквозь мембрану.

Осмоз является частным проявлением диффузии растворителя в условиях невозможности проникновения через мембрану растворенных частиц. При различии концентрации частиц в смежных секторах вода устремляется через мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный. Для прекращения этого перетока в секторе с высокой концентрацией растворенных частиц необходимо создать гидростатическое давление пропорциональное различию концентраций растворов, разделенных мембраной. Другими словами, лишь уравнивание осмотического давления противодействием гидростатическим приводит к прекращению перетока воды через мембрану.

Превышение гидростатического давления над осмотическим приводит к **фильтрации** или же выходу воды из сектора с высокой концентрацией частиц в сектор с низкой концентрацией. Этот механизм чрез мембранного обмена происходит на уровне капилляров и почечных клубочков.

В свою очередь **активный транспорт** является более высокой степенью облегченной диффузии. В осуществлении активного транспорта также участвует переносчик, но, кроме того, происходит значительная затрата энергии. Необходимость затраты энергии связана с перемещением частиц из менее концентрированного раствора в более концентрированный, к

примеру, – калиево-натриевый насос в клетках, или возвратом в кровоток из почечных канальцев глюкозы, аминокислот и др.

Транскапиллярный переток жидкости осуществляется за счёт соотношения гидростатического (АД) и коллоидно-осмотического давления. На начальном участке капилляра преобладание гидростатического давления над коллоидно-осмотическим способствует выходу жидкости с растворёнными в ней питательными веществами и кислородом из внутрисосудистого в межклеточное пространство. По мере прохождения потока крови в результате частичного выхода жидкости и увеличения просвета капилляра гидростатическое давление снижается, а коллоидно-осмотическое давление возрастает ввиду повышения концентрации белков, которые не проходят через капиллярные мембраны в межклеточное пространство, а остаются в сосудистом русле. В средней части капилляра гидростатическое и коллоидно-осмотическое давления уравниваются, и выход жидкости из сосудистого русла прекращается. Продвижение крови по расширяющемуся капилляру продолжает снижать гидростатическое давление, которое становится ниже возросшего коллоидно-осмотического давления, что приводит к притоку жидкости с конечными продуктами обмена и углекислым газом из межклеточного пространства в просвет капилляра (рис. 10).

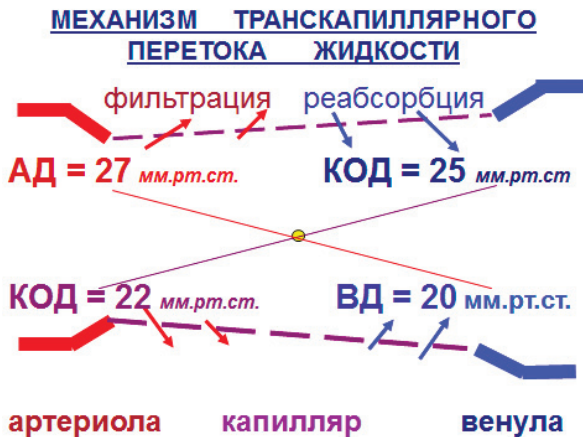


Рис. 10. Механизм транскапиллярного перетока жидкости в организме человека.
 АД – артериальное давление; КОД – коллоидно-осмотическое давление;
 ВД – венозное давление

В случае гипопротейнемии и снижении исходного коллоидно-осмотического давления количество жидкости выходящей из сосудистого русла в

межклеточное пространство значительно возрастает и на конечном этапе капиллярного кровотока ввиду низкого коллоидно-осмотического давления в сосудистое русло возвращается лишь часть вышедшей жидкости, что приводит к её задержке в межклеточном пространстве и формированию отёков. Для ликвидации отёков необходима нормализация уровня коллоидно-осмотического давления введением белковых или синтетических коллоидных растворов.

5.5. Регуляция объема и осмолярности жидкостей организма

Система поддержания в организме необходимого объема и осмолярности жидкости включает:

- рецепторы;
- проводники сигналов управления;
- исполнительные структуры.

Поддержание устойчивого постоянства жидкостей организма невозможно без непрерывного контроля объемных и осмотических показателей. Эту важную роль контроля выполняют многочисленные рецепторы.

Объемный контроль осуществляется опосредовано через регистрацию изменений давления и растяжения стенок в различных участках сердечно-сосудистой системы. Соответствующие барорецепторы расположены:

- в дуге аорты;
- в каротидных синусах;
- в полых венах;
- в легочных венах;
- в левом предсердии;
- в сосудах почек.

Контроль за осмолярностью проводится находящимися в гипоталамическом центре Верней осморепторами, сигнализирующими в паравентрикулярные и супраоптические структуры гипоталамуса об изменениях концентрации растворенных частиц.

В управлении структурами, устраняющими нарушенное объемное или осмотическое равновесие принимает участие ряд нейрогуморальных структур:

- 1) симпатическая нервная система;
- 2) жидкость сохраняющие гуморальные факторы:
 - ренин;
 - ангиотензиноген, ангиотензин I;
 - ангиотезинпревращающий фермент;
 - ангиотензин II;

- альдостерон;
 - антидиуретический гормон (АДГ);
- 3) жидкость выводящий гуморальный посредник – предсердный натрийуретический фактор (ПНФ).

В ответ на изменения объема циркулирующей крови немедленно реагирует симпатическая нервная система, активизирующаяся рецепторной импульсацией из стенок кровеносной системы. Эта активизация вызывает:

- повышение силы и частоты сердечных сокращений, приводящих к нарастанию сердечного выброса;
- увеличение тонуса артериол, возрастание сосудистого сопротивления и артериального давления;
- нарастание выделения в кровотоки ренина;
- сухость слизистых оболочек ротовой полости, жажду, питьевое поведение.

На повышение выделения почками ренина кроме симпатической нервной системы влияет также снижение почечной перфузии. Ренин переводит ангиотензиноген в ангиотензин I. Последний, в свою очередь, под влиянием ангиотензинпревращающего фермента, выделяемого легкими, переходит в активный сосудосуживающий медиатор – ангиотензин II. Ангиотензин II, потенцируя симпатическое воздействие, повышает сосудистый тонус, периферическое сосудистое сопротивление и артериальное давление. Попутно заметим, что гипотензивные препараты ряда блокаторов ангиотензинпревращающего фермента действуют как раз на этапе превращения ангиотензина I в ангиотензин II.

Ренин участвует не только в рассмотренных выше эффектах, реализующихся через воздействия на сердце и сосуды, но и в регуляции объема циркулирующей крови, стимулируя через ангиотензин II выделение в кровотоки минералокортикоидного гормона надпочечников альдостерона. На выброс в кровяное русло альдостерона влияют:

- нарастание уровня ренина;
- падение уровня натрия плазмы;
- повышение содержания калия плазмы;
- возрастание в крови содержания адренокортикотропного гормона.

Под воздействием альдостерона в дистальной части почечных канальцев увеличивается реабсорбция натрия и воды с одновременным нарастанием секреции и экскреции калия и ионов водорода. Результатом этого является сохранение жидкости в организме за счет снижения диуреза.

Параллельно ренин-ангиотензин-альдостероновой системе на сохранение жидкости в организме направлено действие антидиуретического гормона (АДГ). Этот гормон синтезируется в гипоталамусе, накапливается в задней доле гипофиза и оттуда проступает в кровь. АДГ увеличивает

реабсорбцию воды в дистальных почечных канальцах, повышая в то же время тонус артериальных сосудов, периферическое сопротивление и артериальное давление. Возрастают поступления в кровь антидиуретического гормона способствуют:

- увеличение осмолярности плазмы;
- уменьшение объема циркулирующей крови;
- снижение артериального давления;
- хирургические вмешательства;
- искусственная вентиляция легких с положительным давлением;
- морфин и барбитураты.

Во всех перечисленных случаях увеличение возврата воды из дистальных канальцев почек в кровоток сопровождается снижением диуреза и нарастанием концентрации мочи.

Уменьшению поступления АДГ в кровяное русло содействуют:

- снижение осмолярности плазмы;
- увеличение объема циркулирующей крови;
- подъем артериального давления;
- этиловый спирт и фенитоин.

Уменьшение в крови концентрации АДГ сокращает реабсорбцию воды в почках с увеличением выделения разбавленной (гипотоничной) мочи, что способствует повышению осмолярности плазмы, а также снижению объема циркулирующей крови и артериального давления.

В противоположность жидкость сберегающим и сосудосуживающим гормонам действует **предсердный натрийуретический фактор (ПНФ)**, выделяющийся миоцитами предсердий в ответ на повышение внутри предсердного давления. ПНФ выделяется вне зависимости от причины, вызвавшей увеличение объема циркулирующей крови и растяжение предсердия. Это может происходить при застойной сердечной недостаточности, предсердной тахикардии, хронической почечной недостаточности, приеме сосудосуживающих препаратов.

Предсердный натрийуретический фактор вызывает:

- увеличение почечной фильтрации и выделения воды и натрия;
- снижение синтеза ренина;
- сокращение поступления в кровоток альдостерона и антидиуретического гормона;
- ослабление тонуса кровеносных сосудов.

Исполняющие структуры обеспечивают:

- поступление жидкости в организм,
- поддержание емкости кровяного русла и необходимого гидростатического давления в соответствие с изменяющимся объемом циркулирующей крови;

- выведение из организма излишков воды и растворенных в ней веществ.

Поступление в организм жидкости в естественных условиях регулируется жаждой, обеспечивается питьевым поведением и осуществляется через желудочно-кишечный тракт или же посредством инфузионно-трансфузионной терапии – через кровяное русло. Естественный путь предпочтителен, но не всегда эффективен. Инфузионно-трансфузионная терапия значительно ускоряет процесс гидратации организма, но сопряжена с риском осложнений.

Приспособление кровяного русла к изменению объема циркулирующей крови осуществляется меняющимся тонусом кровеносных сосудов и интенсивностью сердечной деятельности. Отдельные участки кровеносного русла несут также и рецепторную функцию. Сердце же участвует во всех трех функциях объемной регуляции:

- обладает предсердными объемными рецепторами;
- выделяет предсердный натрийуретический фактор;
- поддерживает необходимое гидростатическое давление в условиях изменяющегося объема циркулирующей крови.

Почки, как и сердце, вносят свой вклад во все три этапа регуляции: рецепторной, медиаторной и исполнительной, выполняя основную функцию объемной и осмотической регуляции внутренней среды организма. Они способствуют также выведению из организма отработанных и токсических веществ.

Почки относятся к наиболее интенсивно кровоснабжаемым органам. Через них проходит пятая часть всего кровотока организма. За счет избыточного давления из артериального русла в почечные клубочки фильтруется около 10% водного раствора электролитов и неэлектролитов плазмы. В почечных канальцах большая часть воды, электролитов, глюкозы, аминокислот из этого клубочкового фильтрата реабсорбируется в кровь. Оставшаяся жидкость поступает в почечные лоханки.

В условиях меняющегося поступления в организм воды и солей почки подстраивают свою функцию в адекватный регулирующий режим:

- антидиурез;
- водный диурез;
- осмотический диурез.

В режиме антидиуреза или антинатрийуреза почки работают при отсутствии поступления в организм воды и солей или же при значительных потерях жидкостей через кожу, легкие, желудочно-кишечный тракт и др.

Режим водного диуреза используется почками в условиях бессолевой водной нагрузки.

Осмотический диурез включается при избыточном энтеральном или парентеральном поступлении осмотически активных веществ.

Таким образом, слаженное взаимодействие симпатической нервной системы, жидкость сберегающих и жидкость выводящих гуморальных факторов и исполнительных систем позволяет сохранять объемные и осмотические показатели жидкостей организма, а также давление в различных участках сердечно-сосудистой системы в физиологических пределах.

5.6. Суточный расход воды в организме

Ежедневная потребность организма в жидкости составляет 30-40 мл/кг. Для 70-килограммового мужчины это 2200-2800 мл (табл. 144).

Таблица 144. Ежедневное поступление и выведение жидкости у взрослых

Поступление жидкости (мл)		Выделение жидкости (мл)	
Питье, жидкая пища	1100-1400	Почки	1200-1500
Твердая пища	800-1000	Кожа	500-600
Окислительный метаболизм	300	Легкие	400
		ЖКТ	100-200
Общий объем	2200-2800	Общий объем	2200-2800

Из общего количества суточной воды около $\frac{9}{10}$ поступает в организм через желудочно-кишечный тракт, остальная десятая часть воды образуется в самом организме при окислении углеводов и жиров. Лишь чуть более половины потребляемой воды содержится в напитках и жидкой пище, а остальная часть доставляется в составе твердой пищи. К примеру, овощи, фрукты и ягоды содержат 85-95% воды, молоко – 88%, творог – 65-78%, сыр – 40-50%, яйца – 74%, рыба – 75-89%, мясо – 60-70%, хлеб – 40-45%.

У здорового человека объемы поступающей и выделяемой воды уравниваются. Выделение более половины воды осуществляется почками. Почасовой нормальный диурез взрослого человека находится в пределах 40-80 мл. Ребенок выделяет через почки 0,5 мл/кг/ч. Для полноценного выведения из организма конечных продуктов обмена веществ диурез должен составлять не менее 400 мл при осмоляльности около 1200 мОсм/кг, что соответствует удельному весу 1035 мг/мл. Диурез взрослого, составляющий менее 400 мл, считается олигурией, а менее

100 мл в сутки – анурией. Полиурия при водных нагрузках может достигать до 20 л.

Ежесуточно через кожу у человека выделяется около 20% всей удаляемой жидкости. Условно чрескожные потери разделяют на неощутимые и оощутимые. К неощутимым относятся потери воды без явного потоотделения. При этом за сутки у взрослого теряется около 6 мл воды на 1 кг массы тела. У новорожденных, особенно недоношенных, младенцев, ввиду повышенной гидратации кожи, большей относительной площади поверхности тела, неощутимые потери воды значительно выше. Обогревающие лампы дополнительно увеличивают эти потери. Интенсивность неощутимых потерь воды также возрастает при лихорадке и с ожоговой поверхностью.

Оощутимые или связанные с потоотделением потери жидкости предохраняют организм от перегревания. С потом кроме воды из организма уходит определенное количество хлористого натрия. Интенсивность потоотделения имеет широкий диапазон в зависимости от температуры и влажности окружающего воздуха, а также физической активности человека. В условиях высоких температурных и физических перегрузок с потом может теряться до 2 литров жидкости в час.

С выдыхаемым воздухом через легкие выделяется около 15% суточной потери воды, что составляет примерно 400 мл. Понижение влажности воздуха и значительная физическая работа, усиливающая дыхание, способствуют увеличению водной потери через легкие.

Физиологически через желудочно-кишечный тракт выделяется около 5% суточного расхода жидкости, что составляет 100-200 мл. Рвота, диарея, свищи и длительно стоящие зонды многократно увеличивают потери жидкости и электролитов. Особенно большие желудочно-кишечные потери, достигающие десятков литров, наблюдаются у больных холерой. Не восполненная потеря сравнимая с объемом внеклеточной жидкости (20% массы тела) представляет смертельную опасность.

5.7. Наружные потери жидкости через открытые раны, свищи и фистулы

К этой категории относятся безвозвратные наружные потери крови, лимфы, раневого отделяемого, испарений с открытых раневых поверхностей, отделяемого из свищей и фистул. Эти потери могут быть учтены лишь частично сбором дренажного отделяемого или взвешиванием сменяемых раневых повязок.

5.8. Внутреннее депонирование жидкости в имеющихся или возникших полостях

При этом виде нарушений водной циркуляции жидкость временно выходит из активного обмена (депонируется), оставаясь в организме. Поскольку депонируемая жидкость не относится ни к внутриклеточной, ни к межклеточной, это явление иногда именуют перемещением жидкости в «третье» пространство. Причиной депонирования жидкости могут быть: хроническая недостаточность кровообращения, почечная недостаточность, инфекционные или асептические воспалительные процессы, закрытые травмы, врожденные и приобретенные тяжелые нарушения свертывания крови с внутренними кровотечениями. Местами накопления жидкости могут быть серозные и внутрисуставные полости, кисты, расщепляющие аневризмы аорты и крупных артерий, межтканевые полости, образованные массивными внутренними кровоизлияниями, которые после инкапсулирования переходят в разряд так называемых «псевдоопухолей».

5.9. Признаки нарушения водно-солевого обмена

Результаты опроса больных позволяют выявить следующие признаки, предрасполагающие к нарушениям водно-солевого обмена:

- заболевания сердца с явлениями недостаточности кровообращения;
- болезни почек с их функциональной недостаточностью;
- декомпенсированные заболевания печени, сопровождающихся выраженным асцитом;
- сахарное и несахарное мочеизнурение;
- заболевания с нарушениями функции пищеварительного тракта, обильной рвотой и диареей;
- открытые и закрытые травматические повреждения со значительными кровоизлияниями;
- врожденные или приобретенные нарушения свертывания крови;
- длительный прием мочегонных средств и сердечных гликозидов;
- вынужденные и сознательные ограничения приема жидкостей (чрезвычайные обстоятельства с вынужденным отсутствием достаточного потребления жидкости, соблюдение поста или ограничивающей диеты);
- принадлежность к религиозным сектам (например, «Свидетели Иеговы»), исключающим использование крови, ее компонентов и препаратов в лечении массивных кровопотерь.

Одним из настораживающих признаков возможных нарушений водно-солевого обмена является наличие у больного врожденного или приобретенного порока сердца, миокардита, миокардиопатии или крупноочагового кардиосклероза с явлениями декомпенсации кровообращения. Задержка жидкости при этом происходит в межклеточном пространстве (отеки) и серозных полостях (гидроперикард, гидроторакс, асцит).

Больные острым и хроническим гломерулонефритом, пиелонефритом, синдромом Гудпасчера и другими заболеваниями почек, с угрожающими или развернутыми явлениями почечной недостаточности, также рассматриваются как относящиеся к группе риска нарушений водно-солевого обмена. Критическими состояниями, требующими срочного подключения методов экстракорпорального очищения крови, являются анурия и гиперкалиемия.

Одним из проявлений печеночной недостаточности у больных гепатитом или циррозом печени может быть асцит с задержкой в брюшной полости до нескольких литров воды.

При сахарном диабете повышенная жажда и потребление воды связаны с гипергликемией и гиперосмолярностью плазмы крови.

Потери жидкости через желудочно-кишечный тракт сопровождаются не только обезвоживанием, но и убылью из организма различных электролитов.

При травмах организм теряет не только воду и электролиты, но и значительное количество белка и форменных элементов крови.

Особенно значительными бывают травматические кровопотери у больных с нарушенной свертываемостью крови. При этом повреждения даже сравнительно небольших кровеносных сосудов сопровождается потерей до нескольких литров крови.

Длительный прием сердечных гликозидов и мочегонных препаратов по поводу сердечной или почечной недостаточности приводит к потере калия и соответствующим электролитным расстройствам. Поэтому необходим контроль и корректировка препаратами калия.

Невозможность в силу объективных обстоятельств или сознательное ограничение восполнения потерь жидкости приводит к обезвоживанию организма и серьезным функциональным нарушениям.

При опросе следует выяснять у пациентов приверженность к религиозным течениям, налагающим запрет на использование у них компонентов и препаратов крови или каких-либо других медикаментов, чтобы при составлении плана лечения подобрать наиболее адекватную замену.

Последующий осмотр и обследование позволяет обнаружить дополнительные признаки возможных сдвигов в водно-солевом обмене:

- существенные изменения массы тела за относительно короткие промежутки времени;
- значительное несоответствие суточного поступления и выделения жидкости;
- изменения гидратации кожи, подкожной клетчатки и слизистых оболочек ротовой полости;
- изменения артериального давления, частоты и наполнения пульса;
- существенные колебания центрального венозного и легочного артериального давления;
- увеличение частоты и глубины дыхания;
- отклонения температуры тела от нормального уровня;
- неврологические нарушения, сопутствующие сдвигам водно-солевого и кислотно-основного баланса.

Колебания массы тела выявляются ежедневным взвешиванием, которое следует проводить натошак в утреннее время в однотипной одежде. Увеличение или снижение массы тела отражает соответственно задержку или потерю жидкости организмом.

Обнаружение несоответствия возможно при максимальном учете поступления и потери жидкости в организме. В числе поступающей жидкости учитывается питье, пища, жидкости вводимые в желудочно-кишечный тракт через зонды, промывающие катетеры и переливаемые внутривенные растворы.

Общий объем выделяемой жидкости складывается из диуреза, объема желудочных и кишечных выделений, взвешивания одежды и постельного белья при обильном потоотделении, измерения кровопотери и взвешивания пропитанных отделяемым повязок, потери воды через легкие при частом глубоком дыхании.

Влажность кожи и отечность подкожной клетчатки указывают на задержку жидкости и, напротив, снижение тургора кожи и сухость слизистых оболочек ротовой полости отражают недостаточное ее поступление.

Нарастание частоты сердечных сокращений является показателем, как повышения так и снижения содержания жидкости в организме. Изменения артериального давления по отношению к количеству жидкости, как правило, носят однонаправленный характер: избыток жидкости приводит к повышению, недостаток – к снижению артериального давления.

Более чувствительными при объемных изменениях являются показатели центрального венозного и легочного артериального давления (табл. 145).

Таблица 145. Зависимость центрального венозного (ЦВД) и давления заклинивания легочной артерии (ДЗЛА) от содержания жидкости в организме

Уровень содержания жидкости	Центральное венозное давление		Давление заклинивания легочной артерии
	мм. рт. ст.	см. водн. ст.	мм.рт.ст.
Нормальный	2-6	5-12	20-30/8-15
Сниженный	<2	<5	<20/8
Повышенный	>6	>12	>30/15

Снижение ЦВД и ДЗЛА возникает при кровотечениях, потерях жидкости через раневые и ожоговые поверхности, а также после приема сосудорасширяющих препаратов.

Повышение центрального венозного и легочного артериального давления отражает объемную перегрузку, функциональную недостаточность правого желудочка или спазм сосудов легочного артериального русла.

Частое глубокое дыхание приводит к увеличению неощутимых потерь воды. Причиной частого глубокого дыхания может быть метаболический ацидоз, который таким образом частично компенсируется дыхательным алкалозом. Сочетание частого глубокого дыхания с крепитацией или влажными хрипами в легких служит одним из указателей объемной перегрузки жидкостью.

Повышенная температура тела приводит к увеличению потери жидкости. Пониженная температура является одним из признаков недостатка жидкости в организме.

Неврологические нарушения могут быть следствием сдвигов электролитного и кислотно-основного баланса (табл. 146).

Таблица 146. Неврологические симптомы, сопутствующие нарушениям водно-солевого обмена.

№ п/п	Неврологический признак	Вид сдвига водно-солевого обмена
1	Слабость, судороги, аритмии, параличи	Гипокалиемия
2	Нейромышечные покальвания, парестезии, слабость и вялые параличи	Гиперкалиемия
3	Нейромышечная возбудимость и парестезии	Метаболический и дыхательный алкалоз

4	Снижение рефлексов	Избыток натрия и магния
5	Повышение рефлексов, тонические судороги	Недостаток кальция и магния
6	Жажда	Увеличение осмолярности или недостаток жидкости
7	Анорексия, тошнота, рвота	Острый дефицит или избыток жидкости
8	Беспокойство и спутанность мыслей	Недостаток жидкости или нарушения кислотно-основного равновесия
9	Изменения уровня сознания	Изменения концентрации натрия, осмолярности плазмы крови или кислотно-основного равновесия

6. ЛАБОРАТОРНЫЙ КОНТРОЛЬ ВОДНО-СОЛЕВОГО ОБМЕНА

Все исследуй, давай разуму первое место.

Пифагор (VI в. до н.э.)

Своевременная информация о состоянии водно-солевого обмена помогает в постановке диагноза состояния пациента и принятии соответствующих мер в устранении обнаруженных сдвигов.

6.1. Концентрация веществ в плазме и сыворотке крови [7, 12]

Содержание веществ в сыворотке или плазме крови позволяет суммарно оценить осмо-

лярность, коллоидно-осмотическое давление и электролитную базу кислотно-основного баланса (табл. 147).

Таблица 147. Содержание основных растворенных электролитов, неэлектролитов и коллоидов в сыворотке крови

Вещество	Концентрация (ммоль/л)
Na ⁺	130-156
K ⁺	3,5-5
Ca ⁺⁺	2,1-2,6
Mg ⁺⁺	0,75-1,25
Cl ⁻	96-106

HCO_3^-	24-28
Глюкоза	3,5-6,1
Мочевина	3,5-9
Азот мочевины	2,9-8,9
Креатинин	0,06-0,13

Натрий играет одну из ведущих ролей в распределении воды в организме. На его долю приходится около половины осмотической активности внеклеточной жидкости. Повышение уровня натрия может быть связано с обезвоживанием организма, избытком кортикостероидных и минералокортикоидных гормонов, а также заболеваниями нервной системы. Содержание натрия снижается при сердечной, почечной и надпочечниковой недостаточности, гипергликемии, значительных потерях жидкости через желудочно-кишечный тракт.

Калий является преимущественно внутриклеточным ионом. Отклонения от нормального содержания калия во внеклеточной жидкости вызывает нарушения мышечной сократимости. Уровень калия повышается при почечной и надпочечниковой недостаточности, быстром внутривенном введении калийсодержащих растворов, продолжительном бесконтрольном приеме калийсберегающих препаратов (верошпирон, триамтерен и др.). Причиной снижения уровня калия в сыворотке крови может быть голодание, избыточные некомпенсированные потери при рвоте и диарее, продолжительный прием кортикостероидов, диуретиков, амфотерицина, тестостерона.

Кальций также относится к основным внеклеточным ионам. Большая часть кальция находится в костях. Растворенный кальций имеет важное значение в процессах нервно-мышечного возбуждения, свертывания крови, иммунных реакциях и т.д. Повышение содержания кальция в сыворотке крови возникает при гиперпаратиреозе, избытке витамина D, миеломной болезни, метастазах опухолей в кости. Снижение уровня кальция наблюдается при гипофункции паращитовидных желез, недостаточном поступлении витамина D, гипопроteinемии, панкреатите, почечной недостаточности.

Магний является также активным участником проведения нервно-мышечного возбуждения и поэтому изменение его содержания прежде всего проявляется неврологическими расстройствами: слабостью, потерей ориентации, сонливостью, тоническими судорогами. Повышенная концентрация магния наблюдается у больных с почечной недостаточностью или при его избыточном внутривенном введении. Причиной снижения уровня магния может быть голодание, хронический алкоголизм, диарея, печеночная недостаточность, прием мочегонных, гипокальциемия.

Хлориды являются важной составляющей сомолярности и кислотно-основного баланса внеклеточной жидкости. Повышение уровня хлоридов обнаруживается при значительных неконтролируемых потерях воды через кожу и легкие, избыточном потреблении поваренной соли, почечной недостаточности. Хлориды снижаются при значительных потерях жидкости из желудочно-кишечного тракта, продолжительном приеме мочегонных препаратов, дыхательном и диабетическом ацидозе, метаболическом алкалозе, гипернадренкортицизме.

Бикарбонаты имеют важное значение в регуляции кислотно-основного баланса. Повышенный уровень бикарбонатов возникает при значительной потере кислого желудочного содержимого с рвотными массами или через желудочный зонд, гипокалиемии, избыточном введении растворов бикарбоната натрия, сердечно-легочной недостаточности, угнетении дыхания психотропными препаратами или натрийуретиками, Уровень бикарбонатов снижается при голодании. Диарее, почечной недостаточности, диабетическом или молочнокислом ацидозе, гипервентиляции с явлениями дыхательного алкалоза.

Глюкоза – основной поставщик энергии в организме. Повышение содержания глюкозы может указывать не только на наличие сахарного диабета, но наблюдается также при повышенном уровне гормонов щитовидной и паращитовидных желез, а также коры надпочечников. Снижению содержания глюкозы сопутствует избыточная выработка инсулина, недостаточное поступление в кровь гормонов надпочечников и паращитовидных желез.

Мочевина, являясь конечным продуктом белкового обмена, образуется в печени и удаляется из организма почками. Колебания концентрации мочевины в сыворотке крови отражают выделительную функцию почек, синтетическую функцию печени и общее поступление белка через желудочно-кишечный тракт.

Повышению уровня мочевины в сыворотке крови способствуют:

- избыточное потребление белковых продуктов;
- недостаточное поступление или значительные некомпенсированные неконтролируемые потери воды через кожу и легкие;
- увеличенный катаболизм тканей при лихорадке, сепсисе, приеме глюкокортикоидных гормонов или цитостатических препаратов;
- кровотечение в полость желудочно-кишечного тракта с перевариванием излившейся крови;
- почечная недостаточность.

Уменьшение содержания мочевины в сыворотке крови наблюдается при:

- сниженном поступлении белков с пищей;
- печеночной недостаточности, ограничивающей синтез мочевины;
- беременности с сопутствующей физиологической гиперволемией;
- избыточном внутривенном введении солевых и коллоидных растворов.

Мочевина образуется в печени, как конечное соединение белкового обмена, удобное для выведения из организма почками. Повышение ее содержания в сыворотке крови наступает при гломерулонефрите, остром канальцевом некрозе, закупорке мочевыводящих путей, значительных потерях воды, желудочно-кишечных кровотечениях, шоке, надпочечниковой недостаточности. Снижение уровня мочевины в сыворотке крови может возникать при печеночной недостаточности, декомпенсированном нефрозе, кахексии.

Креатинин образуется из мышечного креатина, являясь конечным продуктом его обмена. У каждого человека своя постоянная скорость образования креатинина, зависящая только от его мышечной массы. Диета, количество потребляемой воды и активность обмена веществ не влияют на выработку креатинина. Поэтому уровень креатинина в сыворотке крови, выделяемого из организма почками, более точно, чем мочевина, указывает на нарушение их функции.

Сывороточный альбумин (норма 35-55 г/л) синтезируется в печени. Он является основным компонентом, поддерживающим внутрисосудистое коллоидно-осмотическое давление. Снижение уровня сывороточного альбумина сопровождается выходом жидкости в межклеточное пространство с образованием отеков. Причины этого снижения заключаются:

- в ограниченном поступлении в организм при низко белковой диете;
- в падении белково-синтетической функции при заболеваниях печени;
- в избыточных потерях белка при нефротическом синдроме.

6.2. Осмолярность сыворотки

Нормальный уровень осмолярности сыворотки находится в пределах 280-300 мОсм/л.

Осмолярность может быть измерена на осмометре или подсчитана сложением концентраций растворенных в сыворотке крови веществ. Основными частицами, учитываемыми при исчислении осмолярности (О) являются следующие ионы и молекулы: натрия, калия, кальция, магния, глюкозы (Gl) и мочевины (Ur).

$$O_1 = 1,85 \text{ Na}^+ + 1,84 \text{ K}^+ + 1,15 \text{ Ca}^{++} + 1,17 \text{ Mg}^{++} + \text{Gl} + \text{Ur}$$

При отсутствии некоторых второстепенных показателей возможен подсчет по имеющимся в наличии исследованиям:

$$O_2 = 2 \text{ Na}^+ + 2 \text{ K}^+ + \text{Gl} + \text{Ur}$$

$$O_3 = 1,86 \text{ Na}^+ + \text{Gl} + \text{Ur} + 5$$

$$O_4 = 1,75 \text{ Na}^+ + \text{Gl} + \text{Ur} + 10$$

$$O_5 = 2,83 \text{ Na}^+ - 65,4$$

$$O_6 = 2 \text{ Na}^+ + 7$$

$$O_7 = 2,1 \text{ Na}^+$$

Пересчет мг% в ммоль/л осуществляется делением на коэффициент: Gl ммоль/л = мг% : 18; Ur моль/л = мг% : 2,8.

Увеличению осмолярности плазмы крови способствуют:

- неконтролируемые потери воды через кожу, легкие и раневые поверхности;
- избыточное поступление с пищей поваренной соли или введение значительных объемов бикарбоната натрия;
- декомпенсация сахарного диабета;
- несахарный диабет.

К снижению осмолярности плазмы крови приводят:

- значительные потери электролитных растворов при рвоте и диарее, восполняемые питьем воды;
- анурия и олигурия у продолжающих потребление воды;
- бесконтрольный прием диуретиков;
- надпочечниковая недостаточность;
- синдром неадекватной секреции антидиуретического гормона.

6.3. Гематокрит

Нормальный уровень гематокрита (Ht) у мужчин равен 40-54%, у женщин – 37-47%. Он отражает долю эритроцитов в

общем объеме крови. Определяется центрифугированием или пересчетом из показателя гемоглобина крови (Hb):

$$\text{Ht} \% = 3 \cdot \text{Hb} \text{ г\%}$$

Повышение гематокрита наблюдается:

- при неконтролируемых потерях воды через кожу и легкие;
- при диуретической терапии;
- в полиурическую фазу острой почечной недостаточности;
- при эритремии и эритроцитозе.

Снижение гематокрита обнаруживают при:

- анемиях различного происхождения;
- задержке жидкости у больных с сердечной или почечной недостаточностью;

- внутривенном введении значительных объемов солевых и коллоидных растворов;
- гиперпротеинемии, сопровождающей парапротеинемические гемобластозы.

6.4. Кислотно-щелочное состояние

Кислотно-щелочное состояние является результатом взаимодействия веществ, составляющих биологическую

жидкость. Оно отражает адекватность протекания обменных процессов в организме. Естественно, что показатели в артериальной и венозной крови имеют различия. (табл. 148).

Таблица 148. Основные показатели кислотно-щелочного состояния артериальной и венозной крови

Показатель	Место получения пробы	
	Артерия	Центральная вена
pH	7,35-7,45	7,33-7,43
pCO ₂ , мм. рт. ст.	35-45	41-51
pO ₂ , мм.рт.ст	80-95	35-49
HbO ₂ , %	95-99	70-75
BE, ммоль/л	±2	±2
SB, ммоль/л	22-26	24-28

pH – водородный показатель,

pO₂ – парциальное давление кислорода,

pCO₂ – парциальное давление углекислого газа,

HbO₂ – насыщение гемоглобина кислородом,

BE – избыток или дефицит оснований в ммоль/л, который можно нейтрализовать обозначенным количеством соответствующего электролита.

SB – стандартный бикарбонат, характеризующий емкость бикарбонатной системы.

6.5. Молочная кислота

Обычно молочная кислота, образующаяся при анаэробном гликолизе, присут-

ствуется в организме в малых концентрациях: в артериальной крови 0,5-1,6 мэкв/л, а в венозной – 1,5-2,2 мэкв/л. По мере образования она нейтрализуется бикарбонатом и в виде лактата преобразуется в печени в углекислый газ и воду или в глюкозу. Избыточное поступление (физическая нагрузка, гипоксемия, отравление угарным газом, сепсис, шок, остановка сердца) или неэффективное преобразование (печеночная недостаточность, тяжелый ацидоз) молочной кислоты приводит к лактацидозу.

6.6. Лабораторные показатели мочи

Осмолярность мочи

В норме осмолярность мочи может колебаться в диапазоне 50-1400 мОсм/л.

Средние значения осмолярности суточной мочи составляют 300-900 мОсм/л.

Определяющими составляющими осмолярности мочи являются конечные продукты белкового обмена: мочевины, креатинина, мочевины. Новорожденные способны концентрировать мочу до осмолярности не более 500 мОсм/л, а дети – до 700 мОсм/л.

Осмолярность мочи возрастает при:

- значительных потерях воды через кожу и дыхательные пути;
- синдроме неадекватной секреции антидиуретического гормона.

Снижение осмолярности возникает при:

- избыточном введении воды или 5% раствора глюкозы;
- несахарном диабете.

Плотность мочи

Физиологические колебания плотности мочи могут составлять 1001-1040 мг/мл. В обычных условиях достаточного потребления воды плотность мочи находится в пределах 1010-1020 мг/мл.

Показатель плотности мочи характеризует физиологические возможности почек по сохранению и выделению воды.

При оценке концентрационной способности почек следует учитывать, что увеличение удельного веса мочи на 10 мг/мл равноценно нарастанию ее осмолярности на 350 мОсм/л (табл.149).

Таблица 149. Зависимость между удельным весом и осмолярностью мочи

Показатель	Зависимость осмолярности от удельного веса мочи			
	1010	1020	1030	1040
Удельный вес (мг/мл)	1010	1020	1030	1040
Осмолярность (мОсм/л)	350	700	1050	1400

Возрастание плотности мочи за счет глюкозы отмечается при декомпенсированном сахарном диабете или за счет белка при заболеваниях почек. Кроме того повышение плотности мочи наблюдается после введения некоторых медикаментов: декстрановых растворов, карбенициллина, рентгеноконтрастных веществ.

Натрий мочи

В зависимости от потребления нормальный уровень натрия мочи колеблется в пределах 50-130 ммоль/л.

При гиповолемии натрий и вода удерживаются здоровыми почками в крови, что приводит к олигурии со сниженной концентрацией натрия в моче. Выделение в этом случае на фоне олигурии конечных продуктов азотистого обмена приводит к повышению осмолярности и плотности мочи.

Олигурия, обусловленная канальцевым некрозом, имеет иные концентрационные показатели мочи. При этом снижается выделительная и концентрационная способность почек по отношению к азотистым шлакам, не реабсорбируется натрий из первичной мочи обратно в кровь, что приводит снижению осмолярности и плотности мочи с относительно более высоким уровнем натрия мочи (табл. 150)

Таблица 150. Различия в показателях мочи у больных с гиповолемией или с острым канальцевым некрозом

Показатель	Вид патологии	
	Гиповолемия	Острый канальцевый некроз
Осмолярность, мОсм/л	>350	<350
Плотность, г/мл	1,020	1,010
Na ⁺ , ммоль/л	<20	>40

pH мочи

Обычно моча имеет кислую реакцию – pH около 6,0 (в норме от 4,6 до 8). Величина pH мочи обуславливается внутрисосудистым кислотно-щелочным состоянием: нарастание концентрации водородных ионов приводит к увеличению их выделения почками. Поэтому у здоровых людей при метаболическом ацидозе pH мочи снижается, а при алкалозе – возрастает.

Ощелачивание мочи может быть связано с инфекционным процессом в мочевыводящих путях. Причиной ощелачивания в данном случае является аммиак, образующийся из мочевины за счет уреазы, выделяемой микроорганизмами.

7. НАРУШЕНИЕ ОБМЕНА ВОДЫ И СОЛЕЙ В ОРГАНИЗМЕ

Ничто не происходит без достаточного основания.

М.В. Ломоносов (XVIII век)

Как избыток, так и недостаток воды и солей приводит к серьезным нарушениям работы всех органов и систем организма. Отклонения в водно-солевом обмене могут выражаться в виде: обезвоживания, перевода, снижения или превышения нормального уровня электролитов.

7.1. Обезвоживание организма

Обезвоживание организма (лат. Exsiccosis, дегидратация, эксикоз) сопровождается нарушениями

обмена веществ. Человек может прожить в среднем до 6 недель без пищи, одну неделю – без воды и только 5-6 минут – без воздуха [16]. За свою жизнь он выпивает в среднем 35 тонн воды. Превышение скорости потери жидкости над ее восполнением приводит к обезвоживанию организма. В зависимости от вовлеченного водного сектора, продолжительности развития объемной нехватки сопутствующих нарушений осмолярности выделяют различные виды обезвоживания [1,3, 4]:

1. Общее – гиперосмотическое;
2. Внеклеточное:
 - острое – изоосмотическое;
 - хроническое – гипоосмотическое;
3. Внутрисосудистое;
 - острое – нормопротеинемическое;
 - хроническое – гипопропротеинемическое.

7.1.1. Общее обезвоживание

Понятие общего или тотального обезвоживания обозначает преимущественную утрату организмом воды и в меньшей степени электролитов в основном за счет не восполненных не учитываемых потерь через кожу и легкие. Подобные состояния возникают в экстремальных условиях у путешественников, не имеющих возможности в полной мере удовлетворить жажду; у спортсменов во время продолжительных соревнований в жаркую погоду; у пациентов, длительно находящихся на искусственной вентиляции легких. Минимальная потребность в воде зависит от температуры окружающего воздуха (табл. 151).

Таблица 151. Зависимость минимальной суточной потребности в воде от температуры окружающего воздуха [10]

Средняя температура воздуха, °С	Минимальная суточная потребность в воде, мл
4	1200
10	1300
15	1400
21	1500
26	1900
32	3000

В результате преимущественной потери воды возрастает концентрация электролитов и осмолярность всех жидкостей в организме, включая внутрисосудистую, межклеточную и внутриклеточную.

Признаки общего обезвоживания

При общем обезвоживании характерными признаками являются [5]:

- жажда, ощущение сухости в ротовой полости, затруднение глотания;
- сухость кожи и слизистых оболочек;
- слабость, учащение пульса, снижение артериального давления;
- повышение осмолярности и остаточного азота крови;
- уменьшение объема и увеличение плотности мочи.

Оценка потери воды проводится с учетом степени ускоренного снижения массы тела, повышения уровня гематокрита и сывороточного натрия [3]. Поскольку общее обезвоживание вызывает повышение концентрации компонентов жидкостей во всех секторах, нарастание концентрационных

показателей крови может быть использовано для расчета общей нехватки воды. При этом нехватка воды будет равна части общего должного объема воды в организме, вызвавшей соответствующее повышение концентрационных показателей для мужчин [для женщин]:

$$DTBW = Wp \times 0,6 [0,52] \times (Ht>n - Htn)/Htn$$

$$DTBW = Wp \times 0,6 [0,52] \times (Na>n - Nan)/Nan,$$

где *DTBW* – объем нехватки воды,

Wp -вес пациента в кг,

0,6 – доля воды от массы тела у мужчин,

0,52 – доля воды от массы тела у женщин,

Htn – должный (исходный) гематокрит,

Ht>n – гематокрит при нехватке воды,

Nan – должная (нормальная) концентрация натрия сыворотки крови,

Na>n – концентрация натрия сыворотки крови при нехватке воды.

К примеру: 1) если у обезвоженного мужчины с массой тела 70 кг гематокрит повысился с 0,45 л/л до 0,50 л/л, то расчетная нехватка воды составит $DTBW = 70 \times 0,6 \times (0,50 - 0,45)/0,45 = 42 \times 1/9 = 4,66$ л;

2) если у женщины с массой тела 60 кг, находящейся продолжительное время на искусственной вентиляции легких, имеются признаки обезвоживания и уровень натрия возрос со 140 до 155 ммоль/л, то расчетная нехватка воды составит $DTBW = 60 \times 0,52 \times (155 - 140)/145 = 31,2 \times 15/145 = 3,23$ л.

Условно общее обезвоживание разделяют на пять степеней (табл. 152).

Таблица 152. Оценка тяжести общего обезвоживания по степени острого снижения массы тела и дефицита жидкости

Степень тяжести	Величина обезвоживания организма	
	% от всей жидкости	мл/кг
I – легкая	<5	<30
II – умеренная	6-8	30-50
III – средней тяжести	9-17	51-100
IV – тяжелая	18-25	101-150
V – терминальная	26-32	151-190

Общие водные потери 33% всей жидкости или 20% от массы тела считаются несовместимыми с жизнью [14]. Американским физиологом Е.Ф. Адольфом установлено, что в покое при температуре 16—23°C, человек может не пить в течение 10 дней, при температуре воздуха 26°C – 9 дней, при 29°C – 7, при 33°C – 5, при 36°C – 3 дня, при 39°C – 2 дня. Однако

в Мехико в 1985 году после землетрясения из завалов освобождён девятилетний мальчик, выживший без пищи и воды 13 суток, а в 1947 году, в г. Фрунзе выжил 53-летний мужчина, пробовавший с травмой головы в бессознательном состоянии без посторонней помощи в неотапливаемом помещении 20 суток. При физической работе продолжительность жизни беспитьевого режима снижается.

Лечебные меры при общем обезвоживании

Легкую и умеренную потерю воды до 50 мл/кг или до 3,5 л желательно возмещать естественным путем. В случае невозможности восполнения общего обезвоживания естественным путем следует производить внутривенное возмещение изотоническим глюкозо-солевым раствором:

- 5% раствор глюкозы – 800,0 мл;
- 0,9% раствор хлорида натрия – 200,0 мл;
- хлорид калия – 20-40 ммоль.

Начальное восполнение 1-2 литров жидкости проводится в первый час лечения. Полную расчетную дозу следует распределять на 12-24 часа, а у пожилых пациентов или при недостаточности кровообращения – на 48 часов.

В последующем при первой возможности переходят на естественное пероральное водное возмещение.

7.1.2. Внеклеточное обезвоживание

В отличие от общего внеклеточное обезвоживание происходит при утрате жидкости близкой по своему составу к внеклеточной, содержащей значительное количество электролитов. Обычно источником потери является желудочно-кишечный тракт (рвота, диарея, желудочные и кишечные зонды).

Признаки внеклеточного обезвоживания

Развитие внеклеточного обезвоживания сопровождается:

- гиповолемией,
- снижением артериального давления,
- учащением пульса,
- уменьшением количества выделяемой мочи,
- значительные потери желудочного сока дополнительно могут приводить к развитию метаболического алкалоза.

Признаками потери внеклеточной жидкости может служить снижение массы тела и центрального венозного давления больного.

Гипотоническое обезвоживание развивается медленно, исподволь, вследствие интенсивной рвоты. Основные клинические симптомы гипотонического обезвоживания: снижение влажности, плотности и упруго-

сти кожи и глазных яблок; циркуляторные нарушения; повышенная концентрация азотистых метаболитов в крови; нарушение работы почек и головного мозга; уменьшение содержания воды в крови; отсутствие жажды, питьё может вызывать рвоту; пониженная сократительная способность сердца, учащённое сердцебиение; одышка.

Изотоническое обезвоживание характеризуется умеренными симптомами дегидратации и нарушения обменных процессов. Частота сердечных сокращений повышена, наблюдается глухость сердечных тонов. Усталость без видимой причины. Вода – это основной источник энергии. Пища не имеет для организма никакой ценности, пока питательные вещества не пройдут реакцию гидролиза. Кроме того, источником энергии для биотоков в нервных волокнах являются гидротоки, образующиеся в нервных путях и местах их соединения с другими тканями организма.

Когда тело испытывает состояние дегидратации, и мозг не способен получить из кровотока достаточный объём воды, он отдаёт команду на расширение кровеносных сосудов, посредством которых получает питательные вещества. Лицо, в свою очередь, можно считать продолжением мозга, поскольку на нём расположено множество нервных окончаний и рецепторов, которые непрерывно передают сигналы в ЦНС. Нервные окончания лица также испытывают нужду в воде. Поэтому прилив крови к головному мозгу всегда вызывает прилив крови к лицу. Показательный пример – краснота лица у больных алкоголизмом (общеизвестно, что алкоголь вызывает дегидратацию мозга).

7.1.2.1. Острое внеклеточное обезвоживание

При остром внеклеточном обезвоживании состав и осмолярность остающейся внеклеточной жидкости в организме существенно не изменяется, т.е. внеклеточная жидкость остается изотонической.

Оценка степени тяжести острого внеклеточного обезвоживания

Тяжесть состояния пациентов при остром внеклеточном обезвоживании зависит от количества и темпов потери жидкости (табл. 153).

Таблица 153. Оценка степени тяжести состояния больных при остром внеклеточном обезвоживании

Степень тяжести состояния	Потеря жидкости	
	% от внеклеточной жидкости	Объём мл/кг
I – легкая	<20	<35

II – средней тяжести	20-25	36-50
III – тяжелая	26-40	51-80

Легкой степени острого внеклеточного обезвоживания сопутствует неустойчивость кровообращения (снижение артериального давления при резком изменении положения тела из горизонтального в вертикальное).

Средняя степень тяжести сопровождается тахикардией, гипотензией и олигурией.

Тяжелое острое внеклеточное обезвоживание может привести к коллапсу и даже шоку.

Лечебные меры при остром внеклеточном обезвоживании

Для восполнения острых потерь жидкости у детей при диарее рекомендовано несколько близких по составу прописей питьевых растворов (табл. 154).

Таблица 154. Пероральные водные растворы, рекомендуемые для использования при остром внеклеточном обезвоживании у детей [15]

Регидранты	Содержимое глюкозы и солей г/л				Осмолярность мОсм/л
	глюкоза	калия хлорид	натрия хлорид	натрия цитрат	
Рекомендуемый ВОЗ	13,5	1,5	2,6	2,9	245
Регидрон	10	2,5	3,5	2,9	260
Гидровит	17,8	1,5	2,35	2,65	240
Гидровит форте	20	1,5	2,8	2,95	311
Цитраглюкосолан	15	3,5	3,5	2,9	–
Тригидрон	5	1,25	1,75	1,75	–
Гастролит	14,5	1,5	1,75	2,5 NaHCO ₃	240

Введение глюкозы в состав регидратирующих растворов способствует улучшению всасывания в кишечнике натрия и воды. Рекомендуется ограничение одномоментного питья значительных объемов растворов для предотвращения чрезмерного растяжения желудка и рефлекторной рвоты (табл. 155).

Таблица 155. Примерный объём раствора оральных регидратационных солей (ОРС) для приема в первые 4 часа при некоторой степени обезвоживания

Вес тела, кг	Возраст (используется при отсутствии информации о весе)	Объём раствора ОРС, мл
до 5	моложе 4 месяцев	200-400
5-7,9	4-11 месяцев	400-600
8-10,9	12-23 месяцев	600-800
11-15,9	2-4 года	800-1200
16-29,9	5-14 лет	1200-2200
30 и более	15 лет и старше	2200-4000

Примечания

1. Ориентировочно необходимое количество раствора ОРС (в мл) равно весу тела больного в кг, умноженное на 75.
2. Если пациент хочет выпить большее количество раствора ОРС, чем в таблице выше, надо ему дать, сколько он хочет.
3. На начальных этапах лечения, когда состояние обезвоживания еще не купировано, взрослым рекомендован прием до 750 мл в час, если необходимо, а детям – до 20 мл на кг веса тела в час.
4. Лицам с более выраженными признаками обезвоживания или тем, у которых не прекращается частый водянистый стул, требуется дополнительное количество раствора по сравнению с теми, у кого менее выражены признаки обезвоживания или менее частый стул. Для парентерального возмещения внеклеточного обезвоживания рекомендуется применять изотонические многосолевые растворы сходные по составу с плазмой крови: раствор Рингера или Лактасол (табл. 156).

Таблица 156. Состав раствора Рингера и Лактасола [овб]

Состав	Раствор Рингера	Лактасол
натрия хлорид (г)	8,6	6,2
калия хлорид (г)	0,3	0,3
натрия лактат (г)	-	3,36
кальция хлорид (г)	0,33	0,316
магния хлорид (г)	-	0,213
вода для инъекций (мл)	до 1000	до 1000
Осмолярность (мосм/л)	309	294,5

Учитывая опасность возникновения серьезных осложнений при тяжелой степени острого внеклеточного обезвоживания рекомендуется достаточно быстрое внутривенное введение регидратирующих растворов, избегая значительного подъема центрального венозного давления для предупреждения отека легких.

7.1.2.2. Хроническое внеклеточное обезвоживание

Хроническое внеклеточное обезвоживание развивается из острого при частичном восполнении в организме потерь воды, но недостаточном поступлении утраченных электролитов, что вызывает снижение осмотичности внеклеточной жидкости, способствуя перемещению части воды в клетки с развитием клеточного набухания. Одним из опасных осложнений в этом случае может быть развитие отека мозга.

Признаки хронического внеклеточного обезвоживания

Хроническое внеклеточное обезвоживание сопровождается:

- снижением концентрации электролитов в сыворотке крови,
- артериальной и венозной гипотонией,
- тахикардией,
- уменьшением выделения мочи,
- признаками загруженности центральной нервной системы.

Лечебные меры при хроническом внеклеточном обезвоживании

При лечении хронического внеклеточного обезвоживания также как и при остром обезвоживании используют сбалансированные многосолевые растворы (раствор Рингера, Лактасол и др.). Количество раствора, необходимого для нормализации состояния пациента, определяют, как и при остром обезвоживании, по снижению массы тела и уровню центрального венозного давления.

При наличии у больных с хроническим внеклеточным обезвоживанием снижения уровня сывороточного натрия (до 120-125 ммоль/л) и клинических признаков начинающегося отека мозга дополнительно под контролем уровня натрия в сыворотке крови и показателей кровообращения медленно (10-15 мин) дробно вводят в центральные вены по 10,0 мл 3% раствора хлорида натрия. При этом возрастание уровня натрия сыворотки не следует увеличивать более чем на 0,5-1,0 ммоль/л/ч.

7.1.3. Внутрисосудистое обезвоживание

Внутрисосудистое обезвоживание или гиповолемия в отличие от внеклеточного кроме потери воды и электролитов сопровождается значи-

тельной утратой белков и соответствующим снижением коллоидно-осмотического давления.

Причиной внутрисосудистого обезвоживания могут быть наружные и внутренние кровотечения, связанные с родами, травмами, осложнениями различных заболеваний, полиурический синдром (диабет, патология почек, надпочечниковая недостаточность, прием мочегонных), а также недостаточное восполнение удаленного объема жидкости при проведении методов прямого очищения крови (плазмаферез, гемодиализация, ультрафильтрация и др.).

Признаки внутрисосудистого обезвоживания

Клинические проявления внутрисосудистой гиповолемии сопровождаются:

- слабостью и утомляемостью;
- неустойчивостью артериального давления при смене положения тела;
- учащением пульса, снижением артериального давления в лежачем положении;
- снижением количества мочи;
- спутанностью сознания;
- крайнему ослаблению наполнения пульса;
- появлению на коже холодного липкого пота.

По мере усугубления и включения компенсаторных возможностей организма внутрисосудистая гиповolemия проходит несколько стадий (табл. 157).

Таблица 157. Стадии внутрисосудистой гиповолемии [ов2]

Стадии гиповолемии	Потеря жидкости	
	% ОЦК	мл/кг
I – легкая	<10	<7
II – умеренная	10-15	7-11
III – выраженная	16-20	12-14
IV – относительная компенсация	21-25	15-18
V – начальная декомпенсация	26-44	19-31
VI – декомпенсации	>45	>32

Быстрота смены стадий внутрисосудистой гиповолемии зависит как от объема, так и скорости потери жидкости. Невысокий темп потери внутрисосудистой жидкости частично компенсируется перетоком из межклеточного пространства. При ускоренной потере жидкости этот механизм не

успевают проявиться. Быстрая потеря даже относительно небольших количеств внутрисосудистой жидкости вызывает серьезные расстройства в кровоснабжении внутренних органов. Исходная анемизация или обезвоживание делает пациентов особо чувствительными к острой внутрисосудистой гиповолемии. При этом нарастающим итогом учащается сердечный ритм, снижается артериальное и центральное венозное давление, нарушается функция почек, печени, центральной нервной системы, сердца.

На формирование стадии внутрисосудистой гиповолемии существенное влияние оказывают компенсаторные реакции:

- сужение артериальных и венозных сосудов;
- перераспределение снижающегося объема кровообращения на поддержание удовлетворительного кровотока в сердце и головном мозге за счет снижения его в коже, желудочно-кишечном тракте, печени и почках;
- поступление жидкости в сосудистое русло из межклеточного пространства

Наличие внутрисосудистой гиповолемии устанавливается с учетом имеющихся признаков травмы или сопутствующих заболеваний, угрожающих кровотечением (язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, портальная гипертензия с расширением вен пищевода, опухоли желудочно-кишечного тракта, туберкулез легких и др.); а также клинических признаков гиповолемии: учащении сердечного ритма, снижении артериального и центрального венозного давления, снижении или прекращении выделения мочи, появлению гипоксии и метаболического ацидоза в крови.

7.1.3.1. Острое внутрисосудистое обезвоживание

Острое внутрисосудистое обезвоживание чаще всего является результатом массивного кровотечения. При этом концентрационные показатели электролитов, общего белка и гемоглобина не успевают существенно измениться, а тяжесть состояния определяется дефицитом внутрисосудистого объема жидкости – гиповолемией.

Потеря до 10% объема циркулирующей крови, до 7 мл на кг массы тела или до 500 мл считается легкой. В пределах этой величины осуществляется донорская кроводача. Подобная внутрисосудистая гиповолемия может приводить к компенсаторному учащению сердечных сокращений до 90-100 в 1 мин, существенно не отражаясь на других показателях гемодинамики. В отдельных случаях у доноров в результате раздражения блуждающего нерва может возникать кратковременное снижение артериального давления с потерей сознания.

Умеренная стадия острого внутрисосудистого обезвоживания сопровождается снижением объема циркулирующей крови на 10-15% (7-11 мл на кг массы тела) или на 500-750 мл. Это приводит, как правило, к более значительному учащению пульса до 110 в 1 мин, снижению исходного артериального давления на 15 мм. рт. ст. и уменьшению центрального венозного давления на 2-3 см водного столба. При этом у пациента может возникнуть побледнение кожных покровов и видимых слизистых оболочек, но в целом отмеченные изменения гемодинамики не оказывают существенного влияния на кровоснабжение и обмен веществ в органах и тканях.

Острая кровопотеря 16-20% или 800-1000 мл (12-14 мл на кг массы тела) переводит организм в выраженную стадию внутрисосудистой гиповолемии. При этом частота пульса нарастает до 111-120 в 1 мин, систолическое артериальное давление снижается до 80 мм. рт. ст., центральное венозное давление становится отрицательным, ухудшается кровоснабжение жизненно важных органов, мочеотделение снижается до 20 мл/ч.

Следующая стадия относительной компенсации развивается при дальнейшем усугублении дефицита внутрисосудистого объема, достигающего до 21-25% или 1001-1250 мл (15-18 мл/кг). В этой стадии минимально необходимое кровоснабжение сердца и головного мозга поддерживается значительным снижением кровотока в остальных органах и тканях. Отсутствие лечения на этой стадии увеличивает спазм артериол, приводя к началу шунтирования кровотока в обход капилляров из артериол в вены. Это сопровождается снижением систолического давления ниже 80 мм. рт. ст., нарастанием частоты сердечных сокращений, падением минутного объема кровообращения и диуреза, усугублением похолодания и бледности кожи, появлением цианоза.

Стадия начальной декомпенсации острой внутрисосудистой гиповолемии развивается при потере внутрисосудистого объема до 26-44% или 1250-2200 мл (18-31 мл/кг). При этом продолжается падение систолического артериального давления до 60 мм. рт. ст. и ниже, прекращается мочеотделение. Начало интенсивного лечения на этой стадии способно вывести организм из тяжелого состояния с восстановлением всех жизненно важных функций.

В стадии декомпенсации острой внутрисосудистой гиповолемии дефицит объема циркулирующей крови становится более 45-50% или 2300-2500 мл (>32-35 мл/кг). Эта стадия характеризуется ослаблением тонуса артериол, выраженным расширением капилляров и венул, замедлением кровотока, а на отдельных микроциркуляторных участках вплоть до полной его остановки с агрегацией эритроцитов, увеличением вязкости крови и развитием синдрома диссеминированного внутрисосудистого свер-

тивания. На этом этапе сознание больного затормаживается, при низком артериальном давлении пульс едва ощущается, продолжается дальнейшее учащение сердцебиения, снижение минутного объема кровообращения и центрального венозного давления. Появляется «мраморный» рисунок кожных покровов с застойными пятнами. Как правило, подобное состояние становится необратимым, оставляя мало надежд на успешное лечение. Для использования самого малейшего шанса на сохранение жизни этим больным проводится полноценное интенсивное лечение.

Лечение острой внутрисосудистой гиповолемии

Лечение острой внутрисосудистой гиповолемии должно быть направлено как на возмещение дефицита объема циркулирующей крови, так и на своевременную ликвидацию источника кровопотери. При низком артериальном давлении для улучшения кровоснабжения головного мозга больной размещается на кровати с несколько опущенным головным концом с подъемом ног на 30-45°. В случаях спадения или слабонаполненности поверхностных вен для обеспечения быстрого введения плазмозамещающих растворов катетерируются центральные: подключичные, яремные или бедренные вены. Начинать заместительную терапию рекомендуется введением сбалансированных многосолевых растворов, одним из которых является Лактосол (Рингер-лактат, раствор Гартмана):

Переливание осуществляется с превышением дефицита объема циркулирующей крови в 1,5-2 раза. В начале лечения скорость инфузии может достигать 2-4 л/ч. При этом необходим постоянный контроль клинического состояния больного и центрального венозного давления. Остающиеся низким центральное венозное и артериальное давление служат показанием для ускорения темпов инфузионной терапии и в случае необходимости с пунктированием для этих целей дополнительных вен.

Кровь из стерильных полостей, обнаруженная при хирургическом пособии или полученная из этих полостей по страховочным дренажам, в ближайшие 4 часа после травмы подлежит реинфузии пациенту. При наличии в этой крови сгустков или примеси размозженных тканей реинфузии подлежат отмытые эритроциты.

Переливание солевого раствора, уменьшая дефицит внутрисосудистой жидкости, приводит к постепенному снижению гематокрита. Оценка степени этого снижения осуществляется после нормализации центрального венозного давления, указывающей на восстановление объема циркулирующей крови. Показания к переливанию донорских эритроцитов устанавливаются не по цифрам снижения уровня гемоглобина, гематокрита и уменьшения кислородной емкости крови, а на основании возникновения и усугубления кислородной недостаточности, проявляющейся одышкой

в покое, снижением насыщения кислородом гемоглобина артериальной крови и парциального давления кислорода в артериальной и венозной крови, а также повышением парциального давления углекислого газа в венозной крови на фоне восстановления ОЦК и дополнительной подачи кислорода во вдыхаемую газовую смесь.

При наличии у пациента признаков синдрома диссеминированного внутрисосудистого свертывания показано переливание 1500-2000 мл свежезамороженной донорской плазмы.

Целесообразность использования при острой внутрисосудистой гиповолемии синтетических коллоидных или белковых растворов представляется спорной.

Во время лечения необходим постоянный контроль показателей гемодинамики, кислотно-щелочного состояния газов крови, уровня диуреза с максимально возможным учетом всей введенной и теряемой жидкости.

Целью начального этапа лечения является достижение устойчивого систолического артериального давления в пределах 90-100 мм. рт. ст., центрального венозного давления 5-10 см. вод. Ст. и диуреза свыше 20 мл/ч. После окончательной ликвидации источника потери внутрисосудистой жидкости конечная цель инфузионной терапии заключается в нормализации ведущих показателей гомеостаза: обычный уровень артериального и центрального венозного давления для данного больного, частота сердечных сокращений 60-100 в мин, диурез не менее 30 мл/ч, уровень натрия сыворотки 135-145 ммоль/л, нормальный уровень калия и мочевины сыворотки крови.

7.1.3.2. Хроническое внутрисосудистое обезвоживание

Хроническое (гипопротеинемическое) внутрисосудистое обезвоживание возникает при заболеваниях, сопровождающихся пониженным уровнем общего белка крови в связи с недостаточным его образованием в организме или постоянной не восполняемой потерей. Это прежде всего алиментарная дистрофия, связанная с длительным недостаточным питанием, общим истощением, общим расстройством обмена веществ с нарушением деятельности органов и тканей. Алиментарная дистрофия возникает при неполном обеспечении организма питательными веществами по внешним или внутренним причинам: голодание, опухолевые или рубцовые сужения пищевода или выходной части желудка, синдромы недостаточности пищеварения или всасывания питательных веществ из желудочно-кишечного тракта. Развитие этого состояния обусловлено не только снижением калорийности пищи, но и чрезмерным расходом или потерей питательных веществ, превышающих их поступление. Немалое значение имеют каче-

ственные изменения пищи, а именно недостаток в ней белков, особенно животных, а также незаменимых аминокислот, ненасыщенных жирных кислот и витаминов.

Продолжительная нехватка питания приводит к гипопроteinемии, внутрисосудистой гиповолемии, дистрофическим изменениям и нарушениям функции органов и тканей.

Условно алиментарная дистрофия подразделяется на три стадии:

I – стадия компенсации;

II – стадия субкомпенсации;

III – стадия декомпенсации.

Признаки хронического внутрисосудистого обезвоживания

В стадии компенсации при отсутствии существенных изменений в общем состоянии отмечается снижение массы тела на 10-15% от нормы, повышение аппетита и жажды, возрастание потребности в поваренной соли, учащенное мочеиспускание.

В субкомпенсаторной стадии появляются признаки общего ухудшения состояния: замедление психических реакций, слабость, утрата трудоспособности, гипопроteinемические отеки, умеренное снижение температуры тела до 35,5-36°С. Масса тела снижается на 16-20% от нормы, остается повышенный аппетит и жажда, к частому мочеиспусканию добавляется полиурия, возникают дистрофические изменения во внутренних органах.

Стадия декомпенсации сопровождается резким истощением с полным исчезновением подкожной клетчатки, атрофией мышц, резкой слабостью до полной адинамии, апатией, парестезиями, артериальной гипотензией, признаками сердечной и печеночной недостаточности, ацидозом, анемией, гипопроteinемией, продолжительными запорами, появлением пролежней.

Лечебные меры при хронической внутрисосудистой гиповолемии

В лечении этих пациентов наряду с обеспечением полного физического и психического покоя, полноценного питания при выраженной гипопроteinемии с периферическими отеками необходимо внутривенное введение белковых препаратов (растворы альбумина), аминокислотных смесей, белковых гидролизатов, витаминов, мочегонных средств, анаболических гормонов.

В случае наступления голодной комы проводится согревание больного, назначается внутривенное введение 40% раствора глюкозы по 50 мл каждые 2 часа, раствора Рингера-лактата, растворов альбумина, аминокислот или белковых гидролизатов. Судороги купируются внутривенным введением 10,0 мл 10% раствора хлорида кальция. После выведения из комы больного поят горячим сладким чаем и начинают кормление небольшими порциями легко усваиваемой пищи.

7.2. Переводнение организма

Чрезмерное введение жидкости в организм, несостоятельность органов её выделения и нарушение

водно-солевой регуляции могут привести к переводнению организма, которое в некоторых случаях приводит к трагическим последствиям.

Выделяют три вида переводнения (гипергидратации), которые имеют различную симптоматику.

7.2.1. Гипотоническое (гипоосмолярное) переводнение [ов9]

Этот вид переводнения называют водным отравлением. Снижается осмолярность плазмы крови, вследствие чего избыток жидкости скапливается внутри клеток.

Причины возникновения гипотонического переводнения:

- отравление водой – принятие более 10 л воды за раз (например, при психических расстройствах или при промывании желудка);
- усиление выработки антидиуретического гормона в гипоталамусе и, как следствие, нарушение выведения воды почками [13];
- почечная и сердечная недостаточность, цирроз печени.

Проявляется гипотоническое переводнение симптомами интоксикации организма – появлением тошноты, рвоты и диареи, а также неврологической симптоматикой из-за поражения клеток мозга – вялостью, апатичностью, потерей сознания, судорогами [7].

Конечно, питьевая болезнь встречается редко и далеко не всегда заканчивается смертью – здоровый организм способен пропустить через почки 800-1000 мл воды в час [12]. Однако замечено, что симптомы питьевой болезни часто наблюдаются у спортсменов, завсегдаев дискотек и ночных клубов, а также женщин, сидящих на диетах, которые «заливают» водой чувство голода. В группе риска также наркоманы. Наркотики увеличивают жажду, и человек незаметно для себя может выпить «критическую дозу» – больше двух литров жидкости за час.

Гипотоническое переводнение развивается при избыточном неконтролируемом потреблении воды предварительно обезвоженными людьми или выпившими в течение нескольких часов большое количество пива. Подобные состояния опасны возникновением острого клеточного набухания мозговой ткани, повышением внутричерепного давления, образованием в итоге отека мозга, а в некоторых случаях могут привести к летальному исходу [12].

К примеру, 28-летняя жительница Калифорнии Дженнифер Стрэндж, счастливая мать троих детей, победила в конкурсе по скоростному потре-

блению воды, проводимом местной радиостанцией. На первом этапе конкурса участникам нужно было выпивать четверть литра воды каждые 15 минут. Дженнифер победила, выпив в итоге 6,5 литров воды. С главным призом – игровой приставкой – она отправилась домой. Увы, опробовать «игрушку» победительница не успела – через час Дженнифер почувствовала сильнейшую головную боль и мучительные спазмы в животе. На следующий день она была найдена в своём доме мёртвой. Так же скоропостижно скончались двое морских пехотинцев американской армии. Новобранцы после изнурительной тренировки выпили по несколько литров жидкости.

В обоих случаях причиной смерти стала водная интоксикация, или питьевая болезнь.

Лечебные меры при гипотоническом переводнении

Для устранения или предупреждения отека мозга рекомендуется введение гипертонических растворов хлорида натрия: в концентрации 3 %, что соответствует 513 ммоль/л или 5% = 855 ммоль/л. При расчете дозы гипертонического раствора (DHS), необходимой для нормализации уровня натрия, учитывается общее должное содержание воды в организме (TBW – 60% у мужчин и 52% у женщин), нормальный уровень сывороточного натрия (Na_p – 140 ммоль/л), уровень сывороточного натрия у пациента ($Na_{>n}$ – 120 ммоль/л), вес пациента ($W_{ркг}$).

Т.о. у мужчин $DHS = 0,6 \times (Na_p - Na_{>n}) \times W_p = 0,6 \times (140 \text{ ммоль/л} - 120 \text{ ммоль/л}) \times 70 \text{ кг} = 840 \text{ ммоль}$,

а у женщин $DHS = 0,52 \times (Na_p - Na_{>n}) \times W_p = 0,52 \times (140 \text{ ммоль/л} - 120 \text{ ммоль/л}) \times 70 \text{ кг} = 728 \text{ ммоль}$.

Ввиду опасности волеических и осмотических расстройств (одышки, крепитации и хрипов в легких, тахикардии, повышения центрального венозного и легочно-артериального давления) при быстром введении гипертонических растворов у пожилых и больных с недостаточностью кровообращения, в первые сутки ставится задача увеличения уровня сывороточного натрия наполовину от разницы с нормой. Значит в рассматриваемом примере мужчине нужно ввести 420 ммоль, т.е. 3% раствора NaCl необходимо: $420 \text{ ммоль} : 513 \text{ ммоль/л} = 0,82 \text{ л} = 820 \text{ мл}$ или 5% раствора: $420 \text{ ммоль} : 855 \text{ ммоль/л} = 0,49 \text{ л} = 490 \text{ мл}$.

Соответственно женщине в рассматриваемом примере показано переливание 364 ммоль натрия, что при использовании 3% раствора NaCl составит: $364 \text{ ммоль} : 513 \text{ ммоль/л} = 0,71 \text{ л} = 710 \text{ мл}$ или в 5% растворе NaCl: $364 \text{ ммоль} : 855 \text{ ммоль/л} = 0,43 \text{ л} = 430 \text{ мл}$.

Для снижения опасности острого расширения внеклеточного пространства и развития внутрисосудистой гиперволемии дополнительно вводят фуросемид 20-40 мг. Если через сутки после начала лечения оста-

ется гипонатриемия, то проводится аналогичный расчет и лечение, исходя из достигнутого к этому времени уровня сывороточного натрия.

7.2.2. Гипертоническое (гиперосмолярное) переводнение

К гипертоническому переводнению приводит повышение осмолярности внеклеточной жидкости и обезвоживание клеток с выходом из них воды и ионов калия.

Причины появления:

- употребление соленой морской воды;
- избыточное введение внутривенно растворов, содержащих большое количество солей (например, при лечении пациентов с гипогидратацией);
- избыток гормона альдостерона (при синдроме Кона – первичном альдостеронизме и болезни Иценко–Кушинга).

Это самый опасный тип переводнения. Его основные проявления: жажда, поступление воды в организм, при котором ухудшается состояние пациента, артериальная гипертония и повышение центрального венозного давления, симптомы поражения центральной нервной системы (нарушение психики, судороги) [8].

Если пациенту вовремя не оказать помощь, возможно развитие сердечной недостаточности, отек легких и мозга.

7.2.3. Изотоническое (изоосмолярное) переводнение

Изотоническое (изоосмолярное) переводнение – это увеличение объема внеклеточной жидкости без изменения ее осмолярности.

Причинами появления изотонического переводнения являются:

- введение изотонических растворов в большом количестве;
- токсикозы беременных [11];
- сердечная или печеночная недостаточность;
- общее, а также белковое голодание;
- хронический лимфостаз (нарушение оттока жидкости из тканей в лимфатические сосуды).

Классическая симптоматика: формирование отеков по всему телу, преимущественно на лице, руках, голенях и стопах, артериальная гипертония, при длительном течении возможно развитие сердечной недостаточности.

Внеклеточное переводнение

Внеклеточное переводнение является результатом сердечной или почечной недостаточности. Недостаточность кровообращения насту-

пает при снижении мощности сердца, ставшего неспособным к обеспечению достаточной циркуляции и уровня обмена веществ в организме. Причинами сердечной несостоятельности может явиться:

- чрезмерная нагрузка на миокард при артериальной гипертензии, приводящая сначала к гипертрофии, а затем дистрофии миокарда;
- поражения коронарных артерий;
- заболевания и повреждения сердечной мышцы;
- патология сердечных клапанов и перегородок;
- аномалии развития артерий.

В условиях сниженного минутного объема происходит «централизация» кровообращения: организм стремится сохранить достаточную циркуляцию в сердце и мозге за счет уменьшения снабжения кровью других органов и тканей.

Лечебные меры при внеклеточном переводнении

С целью снижения степени внеклеточного переводнения рекомендуется:

- ограничение потребления натрия и воды;
- диуретическая терапия;
- медикаментозное или хирургическое лечение недостаточности кровообращения (гипотензивные, коронарорасширяющие, антиагрегантные, антикоагулянтные препараты, сердечные гликозиды, прямые вмешательства на коронарных артериях, сердечных клапанах, крупных аномальных сосудах, резекция постинфарктных аневризм левого желудочка сердца и т.д.);
- при тяжелой степени внеклеточного переводнения, угрожающей жизни пациента, проведение гемофильтрации;
- трансплантация почки при декомпенсированной хронической почечной недостаточности.

7.2.4. Внутрисосудистое переводнение

Внутрисосудистая гиперволемиа, возникая изолированно от других водных секторов организма, имеет свои особенности. Значительное повышение объема циркулирующей крови приводит к тахикардии, повышению артериального и венозного давления, возрастанию нагрузки на сердце.

Острое внутрисосудистое переводнение

Острая внутрисосудистая гиперволемиа возникает при быстром внутривенном введении различных растворов или чрезмерном перемещении жидкости в сосудистое русло из межклеточного пространства в ответ на внутрисосудистые инфузии гиперосмолярных растворов.

Острое внутрисосудистое переводнение сопровождается:

- учащенным сердцебиением;
- повышением артериального и венозного давления;
- беспокойством, головной болью;
- кашлемодышкой, влажными хрипами в легких, вплоть до развития отека легких.

Лечебные меры при остром внутрисосудистом переводнении

При остром внутрисосудистом переводнении рекомендуется:

- прекращение внутривенного введения жидкостей;
- назначение мочегонных препаратов;
- при неэффективности консервативного лечения – гемофильтрация.

Хроническое внутрисосудистое переводнение

Хроническая внутрисосудистая гиперволемиа наблюдается у пациентов с гиперпротеинемией (алиментарная гиперпротеинемия, парапротеинемические гемобластозы – миеломная болезнь и макроглобулинемия Вальденстрема, криоглобулинемии и др.). Чрезмерное накопление белка в сосудистом русле повышает коллоидно-осмотическое давление плазмы и способствует увеличению внутрисосудистого объема.

Коэффициент на гиперпротеинемиию (Кгп), определяется отношением исходного уровня общего белка сыворотки крови (ОБ) к нормальному содержанию общего белка, которое составляет в среднем 70 г/л:

$$Кгп = ОБ/70$$

К примеру, при гиперпротеинемии 105г/л $Кгп = 105/70 = 1,5$. Это означает, что у данного обследуемого объем циркулирующей крови в 1,5 раза превышает должный уровень, связанный с массой тела, полом, типом телосложения и возрастом.

Медленная постепенная задержка жидкости приводит к увеличению ОЦК, снижению гематокрита и гемоглобина, повышению нагрузки на миокард, периферическим отекам, накоплению жидкости в серозных полостях.

Лечебные меры при хронической внутрисосудистой гиперволемии

При хронической внутрисосудистой гиперволемии, обусловленной гиперпротеинемией, рекомендуется:

- лечебный плазмаферез;
- химиотерапия парапротеинемических гемобластозов, направленная на снижение массы опухолевых клеток, вырабатывающих патологический белок.

Лечение гипергидратации

Все формы гипергидратации могут привести к необратимым изменениям в организме и даже к летальному исходу. Поэтому избыточное накопление жидкости нуждается в немедленной коррекции. Чаще всего при лечении используют препараты, направленные на усиление диуреза. В крайних случаях возможно назначение гемодиализа.

8. СОСТОЯНИЯ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕСЯ НАРУШЕНИЕМ ОБМЕНА ВОДЫ И СОЛЕЙ

Лечит болезни врач, но излечивает природа.

Гиппократ (V-IV в. до н.э.)

8.1. Нарушение обмена жидкостей в пищеварительном тракте [5]

Взрослый человек ежедневно получает с пищей 2–2,5 литра жидкостей. Началом этого водно-солево-

го и пищевого потока, проходящего через организм в течение всей жизни, является в норме пищеварительный тракт. По мере продвижения в этот поток, пищеварительными железами выделяется около 6 литров пищеварительных соков, основная часть которых вместе с продуктами пищеварения поступает в кровяное и лимфатическое русло и лишь 100–200 мл жидкости в сутки удаляется из организма через кишечник.

При различных патологических состояниях различают потери содержимого из верхнего и нижнего отдела желудочно-кишечного тракта.

8.1.1. Потери содержимого из верхнего отдела пищеварительного тракта

Содержимое верхнего отдела пищеварительного тракта содержит слюну, желудочный сок и принятую пищу и воду. Потери этого содержимого могут возникать при рвоте, механической или функциональной непроходимости пищевода или выходного отдела желудка, а также через

выведенный наружу желудочный зонд. Это сопровождается утратой не только воды, но и ионов натрия, калия и хлора.

Причинами рвоты могут быть следующие состояния:

- беременность;
- синдром «похмелья»;
- после приема химиопрепаратов;
- инфекционные заболевания органов пищеварения;
- инфекционные поражения среднего уха;
- панкреатит;
- гепатит;
- диабетический кетоацидоз;
- уремия;
- сужение привратника или луковицы 12 перстной кишки;
- непроходимость тонкого кишечника.

Потери содержимого верхнего отдела желудочно-кишечного тракта могут привести к острой или хронической внеклеточной гиповолемии.

Развивающаяся при этом гипонатриемия связана не только с безвозвратной утерей натрия, но и в результате выделяемого в этом состоянии антидиуретического гормона, задерживающего воду в организме, которая разбавляет концентрацию остающегося натрия.

Значительные потери с содержимым желудка ионов калия возрастают из-за повышения в ответ на внеклеточное обезвоживание активности альдостерона, который задерживая в почках натрий и воду, увеличивает выделение калия. Сложение этих двух видов потерь может привести к гипокалиемии.

Длительные потери из верхнего отдела желудочно-кишечного тракта могут вызвать значительную утрату магния с развитием явлений гипомagneмии.

С содержимым верхнего отдела желудочно-кишечного тракта организм теряет значительное количество ионов хлора и водорода. Это приводит к развитию метаболического алкалоза, усугубляющегося гиповолемией, при которой происходит накопление бикарбоната натрия.

Восполнение острого внеклеточного обезвоживания проводится много солевыми растворами (раствор Рингера) с добавлением по показаниям раствора сернокислой магнeзии. В случаях продолжительной невозможности нормального питания может потребоваться дополнительное внутривенное введение глюкозы, аминокислотных и жировых смесей.

8.1.2. Потери содержимого из нижнего отдела пищеварительного тракта

Из общего объема до 6 литров поступающей из желудка в тонкий кишечник и дополненной желчью, панкреатическим и кишечным соками жидкости около 75% всасывается в кровяное и лимфатическое русло, а остающиеся 1-2 литра достигают толстого кишечника. В толстом кишечнике происходит всасывание 90% поступающей в него жидкости и лишь 100-200 мл удаляется из организма через кишечник.

Потери кишечного содержимого возникают при диарее, кишечных стомах и свищах. Диарея по механизму возникновения подразделяется на осмотическую и секреторную. Развитие осмотической диареи связывается с попаданием в толстый кишечник осмотически активных препаратов сорбитол, лактулеза) или недостаточно переваренных и трудно всасываемых веществ, превращаемых бактериями в органические кислоты, которые также благодаря высокой осмотической активности увеличивают объем воды в просвете кишечника. При воздержании от пищи в течение 1-2 суток осмотическая диарея прекращается.

Развитие секреторной диареи связывают с увеличением количества соков, выделяемых пищеварительными железами, или снижением всасывания из просвета кишечника воды и электролитов. Голодание в отличие от осмотической диареи не оказывает действия на секреторную.

Таким образом, осмотическая диарея может быть связана со следующими состояниями:

- синдром недостаточного всасывания или недостаточного переваривания;
- прием осмотически активных препаратов (сорбитол, лактулоза).

Секреторную диарею вызывают:

- передозировка слабительных (касторовое масло, бесакодил);
- эмоциональный стресс;
- инфекционные и воспалительные заболевания пищеварительного тракта;
- непроходимость кишечника;
- карцинома.

Потеря кишечного содержимого сопровождается выходом из внеклеточного сектора воды, натрия, калия, хлора и бикарбоната с развитием гиповолемии, гипонатриемии, гипокалиемии, гипомагниемии и метаболического ацидоза.

Гиповолемия связана с выходом из внеклеточного пространства многолитровых объемов жидкости за счет наружных или внутренних потерь в просвет кишечника (выключение из активного обмена в «третьем пространстве»).

Гипонатриемия обусловлена как прямыми потерями, так и за счет разведения оставшегося натрия активной реабсорбцией почками воды под действием антидиуретического гормона.

Гипокалиемия также является следствием прямых потерь калия, усугубляемых вторичным гиперальдостеронизмом, на фоне которого дополнительно увеличивается выделение калия через почки.

Гипомагниемия, как и при потерях из верхнего отдела пищеварительного тракта, возникает на фоне лишь продолжительных потерях жидкости при таких состояниях, как язвенный колит.

Метаболический ацидоз связан со значительным содержанием бикарбоната в теряемом кишечном содержимом.

Возмещение потерь содержимого нижнего отдела пищеварительного тракта следует проводить также много солевыми растворами, но с бикарбонатом (раствор Рингера-лактат, лактосол).

8.2. Почечная недостаточность [5]

В условиях нормальной жизнедеятельности основная часть водно-солевого потока покидает организм через почки, которые являются ведущим выделительным органом конечных продуктов азотного обмена, лекарственных препаратов и других чужеродных веществ, а также регулируют водно-солевое и кислотно-основное равновесие, выполняя к тому же внутрисекреторную роль за счет выработки ренина, эритропоэтина, активной формы витамина D и простагландинов.

Водно-солевое равновесие достигается поддержанием должного уровня воды и постоянной концентрации ионов натрия, калия, кальция, магния, хлора, фосфатов и сульфатов. Регуляция кислотно-основного баланса осуществляется выделением в просвет почечных канальцев необходимого количества катионов водорода с поступлением из почек во внеклеточную жидкость эквивалентного числа анионов бикарбоната.

Вырабатываемый почками ренин за счет влияния на обмен воды и натрия принимает участие в регуляции артериального давления и объема циркулирующей крови. Недостаточное снабжение почек кислородом вызывает производство в них эритропоэтина, стимулирующего дополнительную выработку эритроцитов в костном мозге. Образующаяся в почках активная форма витамина D поддерживает в крови нормальную концентрацию кальция, фосфата и магния за счет увеличения их усвоения из кишечника, выхода в кровоток из костной ткани и реабсорбции в почках. Почечные простагландины повышают влияние на почки АДГ и альдостерона, а также расширяют почечные сосуды и увеличивая по ним кровоток.

Острая и хроническая почечная недостаточность может иметь разную степень компенсации, разные причины и связь с различными внутрипочечными и внепочечными поражениями:

1. Субкомпенсированная:

- гиповолемическая;
- токсическая;
- ишемическая;
- инфекционная;
- мочеобструкционная;
- диабетическая;
- артериально-гипертоническая;
- поликистозная;
- опухолевая.

2. Декомпенсированная:

1) Острый канальцевый некроз:

- ишемический;
- токсический;
- гемолитический;
- миолитический;
- Краш-синдромный;
- септический.

2) Клубочковое поражение:

- гломерулонефритическое;
- IgA – нефропатическое;
- волчаночное;
- сывороточно-аллергическое;
- лекарственное;
- артериально-гипертоническое.

К нефротоксическим веществам относят: сульфаниламиды; антибиотики (аминогликозиды, метициллин, амфотерицин В); диуретики (фуросемид); барбитураты; рентгеноконтрастные препараты; тяжелые металлы (свинец, ртуть, золото); органические растворители (четырёххлористый углерод, этиленгликоль).

Почечная недостаточность является противопоказанием к назначению: аспирина, нестероидных противовоспалительных препаратов, лития карбоната, препаратов магния, спиронолактона, цисплатины, тетрациклина, нитрофурантоина, амилорида.

Мочеобструкционные поражения могут возникать при мочекаменной болезни; некротическом папиллите; стриктурах и тромбозах мочеточников; забрюшинном фиброзе; внутривнепочечных и внепочечных опухолях, включая аденому предстательной железы; нейрогенном мочевом пузыре.

Течение острого канальцевого некроза проходит три стадии:

- олигурическую (1-3 недели);
- полиурическую (1-2 недели);
- восстановительную (3-12 месяцев).

Развитие почечной недостаточности приводит к многочисленным нарушениям жизнедеятельности в организме: накоплению конечных продуктов метаболизма и расстройству водного, электролитного и кислотно-основного равновесия.

Олигоанурическая фаза почечная недостаточность сопровождается гиперволемией, гиперкалиемией, гиперфосфатемией, гипермагниемией и метаболическим ацидозом. В субкомпесированной стадии коррекция может быть достигнута ограничением приема жидкости и белка, а также назначением диуретических препаратов. При декомпенсации показано подключение методов прямого очищения крови: гемодиализа, гемофильтрации, гемодиализа.

Полиурическая почечная недостаточность может протекать с явлениями гиповолемии и гипокалиемии, требующих энтеральной или парентеральной коррекции.

8.3. Недостаточность кровообращения [5]

Недостаточность кровообращения возникает при неспособности сердца обеспечить достаточный уровень кровоснабжения организма. Она может

проявиться при слабости сердечной мышцы, а также при декомпенсированных врожденных и приобретенных пороках сердца:

- острая и хроническая коронарная недостаточность;
- артериальная гипертония;
- крупноочаговый и диффузный кардиосклероз;
- кардиомиопатия;
- воспалительное, токсическое и поли химиотерапевтическое поражение миокарда;
- врожденные аномалии сердечных перегородок, клапанов, коронарных артерий, аорты и легочной артерии, открытый артериальный проток, первичная легочная гипертензия, транспозиции крупных сосудов;
- приобретенные клапанные пороки сердца;
- сдавливающий перикардит.

При сниженном минутном объеме кровообращения уменьшается кровоток через почки, снижается фильтрация натрия и воды, стимулирующая, в свою очередь, выделение ренина, ангиотензина II и альдактона.

Ангиотензин II, вызывая сужение артериол, способствует повышению общего периферического сосудистого сопротивления и нагрузки на сердечную мышцу. Под влиянием альдактона происходит задержка натрия и воды, повышающая объем циркулирующей крови. Сниженный периферический кровоток стимулирует выделение АДГ, который дополнительно задерживает воду. Наступившее внеклеточное переводнение и возрастание венозного давления приводят к отекам тканей и задержке жидкости в серозных полостях (гидроторакс, гидроперикард, асцит).

Значительная задержка воды приводит к гипопроteinемии разведения, снижению коллоидно-осмотического давления крови, а левожелудочковая недостаточность, усугубленная возросшим общим периферическим сосудистым сопротивлением, вызывает застой и повышение давления кровей легких. В случае превышения в малом круге кровообращения гидростатического давления над коллоидно-осмотическим создаются условия для развития отека легких, снижения насыщения крови кислородом и соответствующей доставки его сердечной мышце.

Коррекция водно-солевых нарушений недостаточности кровообращения

Для коррекции избытка жидкости назначаются мочегонные препараты (фуросемид, лазикс, альдактон), ограничивается прием воды и натрия, сердечная деятельность стимулируется инотропными средствами (сердечные гликозиды, адреномиметики) и облегчается вазодилататорами (нитраты, гидралазин, нифедипины, ингибиторы АПФ, альфа-адреноблокаторы).

Гипокалиемия, усугубляющаяся под влиянием мочегонных препаратов, корректируется продуктами богатыми калием (изюм, курага, печеный картофель, орехи), а также пероральным или внутривенным введением хлорида калия, аспаркама или панангина.

Гипонатриемия ликвидируется под влиянием совместного введения мочегонных препаратов и гипертонических растворов хлорида натрия.

8.4. Сахарный диабет [5]

Течение сахарного диабета может осложняться двумя видами тяжелых водно-солевых расстройств: гиперосмолярным гиперосмотическим некетацидотическим синдромом (ГГНК-синдром) и диабетическим кетоацидозом (ДКА). Пусковой причиной обоих расстройств является инсулиновая недостаточность, обуславливающая неспособность клетками усвоения глюкозы, вследствие этого развитие гипергликемии, приводящей к повышению осмолярности вне-

клеточной жидкости, избыточному осмотическому диурезу, с последующим внеклеточным и клеточным обезвоживанием.

8.4.1. Гиперосмолярный гипергликемический некетацидотический синдром

Этот вид расстройства развивается в основном постепенно (в течение дней и даже недель) преимущественно у больных старше 50 лет, страдающих инсулиннезависимым сахарным диабетом (2 типа). Развитию ГНКА-синдрома могут способствовать:

- травмы, хирургические вмешательства;
- панкреатит, инфаркт миокарда;
- инфекционные заболевания;
- избыточное питание (энтеральное и парентеральное) у ослабленных больных;
- прием глюкогонных препаратов (тиазидовые диуретики, маннитол, гормоны щитовидной железы, кортикостероиды, симпатомиметики).

Перечисленные факторы сопровождаются выделением в кровь избыточного количества катехоламинов, глюкагона и кортизола, дополнительно повышающих уровень глюкозы в крови. Гипергликемия, достигающая в развитой стадии 30-100 ммоль/л, стимулирует выраженный осмотический диурез, сопровождающийся преимущественной потерей воды и относительно менее выраженной утратой натрия, хлора, калия, магния и фосфора. В результате преобладающего выделения воды над электролитами, концентрация последних в организме возрастает, что усугубляет гиперосмотичность сыворотки крови, связанную с гипергликемией. Развивающееся внеклеточное обезвоживание с осмолярностью достигающей 350 мОсм/л и выше приводит к обезвоживанию и внутриклеточного водного сектора. Потери могут достигать 25% общего количества воды в организме.

В первую очередь страдают наиболее чувствительные к обезвоживанию клетки нервной системы, что проявляется нарушением нормального функционирования: заторможенность, спутанность сознания, судороги, коматозное состояние.

Выраженное обезвоживание приводит к снижению почечного кровотока, повреждению почек, почечной недостаточности. Состояние усугубляется сгущением крови с повышением ее вязкости и агрегационной активности тромбоцитов. Развивающийся при этом гиперкоагуляционный синдром способствует возникновению тромбозов и тромбоэмболий вплоть до появления таких тяжелых осложнений, как инфаркт миокарда, нарушение мозгового кровообращения или тромбоэмболия легочной ар-

терии. В силу совокупности перечисленных причин у пожилых больных летальность при ГГНК-синдроме может достигать 10-25%.

8.4.2. Диабетический кетоацидоз

Диабетический кетоацидоз чаще является уделом больных, страдающих инсулинозависимым сахарным диабетом (1 типа). Он может развиваться в течение нескольких часов как у пожилых, так и молодых больных.

К факторам риска развития ДКА наряду со стрессорными состояниями (травмы, хирургические вмешательства, инфекционные заболевания, инфаркт миокарда) относятся недостаточные лечебные дозы экзогенного инсулина или ранее не распознанный сахарный диабет 1 типа. Гипергликемия при ДКА обычно составляет 11-44 ммоль/л.

В дополнение к гипергликемии, обусловленной нехваткой инсулина и усугубленной выбросом катаболических гормонов, состояние утяжеляется усиленным распадом не утилизируемых в полной мере жиров и белков с накоплением в крови кетоновых тел. Кетоновые тела, еще больше увеличивая осмолярность плазмы крови, а значит и осмотический диурез, кроме того усугубляют явления метаболического ацидоза, вызванного снижением кровоснабжения тканей и накоплением молочной кислоты. За счет частичного выделения кетоновых тел через легкие выдыхаемый воздух этих пациентов приобретает фруктовый запах или запах ацетона. Отсутствие лечения ведет к дальнейшему нарастанию осмолярности крови, усугублению обезвоживания и ацидоза, угнетению сознания, коме вплоть до полного прекращения жизнедеятельности. Летальность у больных в состоянии ДКА может достигать 10%.

Лечение ДКА и ГГНКА-синдрома начинают с одновременного внутривенного введения 8-16 ед. инсулина (в зависимости от уровня глюкозы в крови) и 1,5-2 л 0,9% или 0,45% раствора хлорида натрия в первые 2-3 часа. При снижении в сыворотке крови уровня глюкозы до 14-17 ммоль/л к раствору хлорида натрия добавляют равный объем 5% раствора глюкозы.

В дальнейшем на фоне почасового контролируемого внутривенного введения малых доз инсулина и восполнения нехватки жидкости под лабораторным контролем ликвидируется недостаток калия, фосфора и магния. Тяжелые формы сопутствующего метаболического ацидоза, не исчезающие с началом введения инсулина и растворов, требуют введения расчетных доз растворов бикарбоната натрия.

8.5. Нарушение секреции антидиуретического гормона

Антидиуретический гормон является важным регулятором водного обмена организма. Снижение его

действия приводит к несахарному диабету (НСД), а избыточное выделение в кровь вызывает нарушения, названные синдромом избыточной секреции антидиуретического (СИСАДГ).

8.5.1. Несхарный диабет [5]

Несхарный диабет, обусловленный снижением активности антидиуретического гормона (АДГ), проявляется уменьшением реабсорбции воды в почечных канальцах. В зависимости от причин возникновения он разделяется на:

1. Центральный или нейрогенный НСД:
 - 1) идиопатический;
 - 2) цереброопухоловой;
 - 3) церебротравматический;
 - 4) цереброишемический.
2. Нефрогенный НСД:
 - 1) медикаментозный;
 - 2) гипокалиемический;
 - 3) гиперкальциемический.

Центральный или нейрогенный НСД возникает при недостаточном синтезе или задержке высвобождения антидиуретического гормона в задней доле гипофиза.

Нефрогенный НСД развивается в случае снижения чувствительности почек к действию АДГ.

Несхарный диабет может возникнуть внезапно после травмы головного мозга или развиваться постепенно по мере роста церебральной опухоли. Тяжесть НСД в основном определяется причиной его вызвавшей.

Основными признаками НСД, вне зависимости от вызвавшей его причины, является выделение большого количества мочи с низким удельным весом и соответствующее водным потерям потребление воды. Невозможность достаточного восполнения водных потерь (малый ребенок с врожденным НСД или взрослый больной с неврологическими нарушениями) приводит сначала к внеклеточному гиперосмотическому обезвоживанию с последующим присоединением внутриклеточного обезвоживания, артериальной гипотонии, переходящей в гиповолемический шок. Артериальная гипотония, гиповолемия, повышение вязкости и осмо-

лярности крови могут привести к снижению мозгового кровотока с развитием беспокойства, спутанности сознания, психомоторного возбуждения, судорог и комы.

Лечение несахарного диабета

Заместительное лечение центрального несахарного диабета осуществляется интраназальным, подкожным, внутримышечным или внутривенным введением препаратов вазопрессина с одновременным возможным воздействием на причинное заболевание (опухоль, травму, церебральные сосуды).

При нефрогенном несахарном диабете вазопрессин малоэффективен. Блокирование выделения почками свободной воды в лечении нефрогенного НСД достигается тиазидовыми диуретиками. Одновременно устраняются причины, вызвавшие нефрогенный НСД (гипокалиемия, гиперкальциемия).

Обезвоживание и гипернатриемия при НСД устраняются введением гипотонических (0,45-0,225%) растворов хлорида натрия в количествах необходимых для нормализации артериального и центрального венозного давления, частоты сердечных сокращений и других клинических признаков имеющейся гиповолемии.

8.5.2. Синдром избыточной секреции антидиуретического гормона

Избыточная секреция антидиуретического гормона может возникать по разным причинам:

1. Церебральные нарушения:
 - 1) сосудистые;
 - 2) травматические;
 - 3) инфекционные (вирусные, бактериальные, грибковые);
 - 4) иммунокомплексные (волчаночный церебрит);
 - 5) опухолевые;
 - 6) обменные (острая перемежающаяся порфирия, белая горячка).
2. Легочно-инфекционные:
 - 7) бактериальные (пневмококковые, стафилококковые, туберкулезные);
 - 8) грибковые.
3. Органные злокачественные онкологические поражения:
 - 9) легких;
 - 10) вилочковой железы;

- 11) простаты;
- 12) поджелудочной железы.

Считается, что гранулематозные ткани при инфекционно-легочных поражениях и перечисленные злокачественные опухоли вырабатывают АДГ-подобные вещества.

Избыточная концентрация АДГ в крови приводит к повышенной почечной канальцевой реабсорбции воды. В результате задержки воды поначалу происходит увеличение объема внеклеточной жидкости, угнетающее выработку альдостерона и, как следствие этого, повышается выделение натрия через почки. Снижение концентрации натрия в крови постепенно приводит к гипоосмотичности внеклеточной жидкости, создавая условия поступления избыточной воды в клетки. Наибольшую опасность при этом представляет развитие отека мозга.

Таким образом, **характерными признаками СИСАДГ** являются:

- умеренное увеличение объема внеклеточной жидкости;
- гипонатриемия;
- гипертоничность мочис концентрацией натрия, достигающей 30-40 ммоль/л;
- усиление выделения натрия с мочой при водной нагрузке.

Лечение СИСАДГ начинается с одновременного ограничения суточного потребления воды до 500 мл, способствующего снижению потерь натрия, и терапии причинного заболевания. В случае недостаточности ограничительных мер назначаются антагонисты АДГ: карбонат лития или демеклоциклин.

Гипонатриемия и гиперволемиа при недостаточности эффекта от ограничения потребления воды и антагонистов АДГ могут корректироваться фуросемидом, другими петлевыми диуретиками или гемофильтрацией.

8.6. Дисфункция надпочечников [5]

Дисфункция надпочечников может проявляться недостаточной или избыточной выработкой их гормонов, играющих важную роль в регуляции многих жизненно важных процессов, включая водно-солевой обмен. Внезапное снижение выработки адреналовых гормонов может привести к острой надпочечниковой недостаточности. Развитие некоторых опухолей надпочечников или гипофиза сопровождается избыточной адреналовой гормональной активностью.

8.6.1. Острая надпочечниковая недостаточность

Острая надпочечниковая недостаточность может возникать по следующим причинам:

1. Первичное двустороннее поражение надпочечников:
 - 1) аутоиммунное;
 - 2) инфекционное;
 - 3) геморрагическое;
 - 4) опухолевое;
 - 5) адrenaлэктомическое.
2. Вторичная надпочечниковая недостаточность:
 - б) при кортикостероидной терапии;
 - 7) при гипофизарной недостаточности:
 - а) инфекционной;
 - б) опухолевой;
 - в) геморрагической;
 - г) травматической;
 - д) гипofизэктомической.

Нарушения водно-солевого обмена при острой надпочечниковой недостаточности вызываются нехваткой в организме минералокортикоидных (альдостерон) и глюкокортикоидных (кортизол) гормонов.

Альдостероновая недостаточность сопровождается значительными потерями через почки натрия и воды, а также снижением выделения калия и ионов водорода. Последствиями этого является гипонатриемия, гиповолемия, гиперкалиемия и метаболический ацидоз.

Кортизоловая недостаточность выражается в снижении тонуса кровеносных сосудов, уменьшение их чувствительности к катехоламинам и нарушении поддержания необходимого уровня глюкозы натощак. В результате усугубляется артериальная гипотония, присоединяется гипогликемия. Эти условия создают угрозу развития шока и полной остановки кровообращения.

Лечение острой надпочечниковой недостаточности включает заместительное введение кортикостероидных гормонов с коррекцией гиповолемии и гипонатриемии внутривенной инфузией изотонического раствора хлорида натрия под контролем частоты сердечных сокращений, артериального и центрального венозного давления. Коррекция гиперкалиемии и метаболического ацидоза зависит от их степени и осуществляется стандартными методами.

8.6.2. Избыточная адреналовая гормональная активность

Причиной избыточного поступления в кровь адреналовых гормонов могут явиться: секретирующие опухоли надпочечников, гипофиза и других органов.

Альдостерома, развивающаяся в корковом слое надпочечников, выделяет в кровь избыточное количество альдостерона, что сопровождается повышенной почечной реабсорбцией натрия и увеличением выделения калия. Развивающаяся гипернатриемия и гипокалиемия влечет за собой соответствующие нарушения нервно-мышечного проведения, повышение чувства жажды, возрастание артериального давления, полиурию. **Гипернатриемия** корректируется введением гипотонических растворов хлорида натрия в сочетании с диуретическими препаратами. **Гипокалиемия** устраняется заместительным введением расчетного количества раствора хлорида калия.

Кортикостероидная избыточность, приводящая к болезни Иценко-Кушинга, является результатом нарушения гормонального взаимодействия в гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системе, причиной которого могут являться:

1. Опухоли гипофиза:
 - 1) микроаденомы;
 - 2) макроаденомы.
2. Опухоли надпочечников:
 - 3) глюкостеромы;
 - 4) глюкоадреностеромы.
3. Органные опухоли, секретирующие АКТГ:
 - 5) легких;
 - 6) бронхов;
 - 7) средостения;
 - 8) поджелудочной железы.

Вызванный увеличенной продукцией АКТГ или секретирующей опухолью надпочечников избыток кортизола подобно альдостерону повышает реабсорбцию в почках натрия и воды, увеличивая выделение калия и кальция, а также приводит к гипергликемии и возрастанию чувствительности кровеносных сосудов к катехоламинам. В результате возникает гипокалиемия, остеопороз с переломами ребер и позвоночника, инсулинрезистентный стероидный диабет, артериальная гипертензия. Наряду с лучевым, медикаментозным и хирургическим лечением вызывающих болезнь Иценко-Кушинга опухолей, а также коррекцией белкового и углеводного обмена, водно-солевые нарушения корректируются препаратами калия, кальция, мочегонными и гипотензивными средствами.

Феохромоцитома, развивающаяся из мозгового слоя надпочечников и выделяющая большое количество адреналина и норадреналина, протекает с тяжелыми артериальными гипертоническими кризами, ретинопатией, кровоизлияниями в головной мозг. При этом, в результате срабатывания ангиотензин-альдостероновых механизмов также возможна требующая коррекции задержка натрия и воды и избыточное выделение калия.

8.7. Остеопороз [6]

Являясь системным расстройством кальциево-фосфорного обмена, остеопороз сопровождается потерей массы и нарушением строения костной ткани, приводящим к снижению прочности и увеличению частоты переломов костей. В настоящее время он стал настоящей «невидимой эпидемией» для пациентов старше 40 лет. В настоящее время до половины женщин в период постменопаузы и лиц обоего пола старше 75 лет страдают остеопорозом. Постепенное старение населения в развитых странах может привести в предстоящие 60 лет к утроению частоты переломов, обусловленных этим заболеванием.

Причины остеопороза

Костная система человека достигает своей наивысшей массы к 18-20 годам. С третьего десятка жизни начинается физиологически предопределенная ежегодная потеря 0,5-1% костной ткани. Темпы ежегодных потерь у женщин в постменопаузальном периоде и у обоих полов в старческом возрасте возрастают до 3-5%. Общие потери костной ткани, достигая у женщин 30-40% и у мужчин – 20-30% от ее максимальной величины, становятся основой первичного остеопороза, который подразделяют на три типа:

I тип – постменопаузальной эстрогенной недостаточности;

II тип – старческой витамин D недостаточности;

III тип – старческого гиперпаратиреоза.

Недостаток эстрогенов при постменопаузальном остеопорозе приводит к нехватке $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ и паратгормона, затрудняя всасывание кальция из пищеварительного тракта. Снижение пищевого поступления витамина D с уменьшением его кожной активизации при витамин D недостаточном старческом остеопорозе также препятствует усвоению кальция. Гиперпаратиреоидический старческий остеопороз связан с нарушением гидроксирования витамина D (рис. 11).

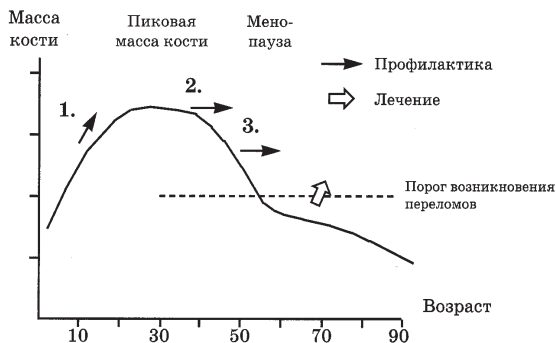


Рис. 11. Динамика нарастания и снижения массы костной ткани, а также сроки профилактики и лечения остеопороза при постменопаузальном и старческом остеопорозе [6]

Дополнительные факторы риска, усугубляя тяжесть первичного остеопороза, сами по себе могут вызывать вторичный остеопороз:

- длительная неподвижность или пребывание в состоянии невесомости;
- худощавое телосложение;
- недостаточное потребление кальция;
- недостаток витамина D, его активных метаболитов или сниженная чувствительность к витамину D, а также дефект гена рецептора витамина D;
- избыточное потребление кофе и алкоголя;
- никотиновая зависимость;
- воспалительные заболевания кишечника;
- синдром мальабсорбции;
- ревматоидный артрит;
- рассеянный склероз;
- множественная миелома;
- передозировка агонистов и антагонистов ПТГ или первичный гиперпаратиреозидизм;
- большие дозы глюкокортикоидов;
- тиреотоксикоз,
- гормональная недостаточность, включая снижение уровня тестостерона у молодых мужчин.

Кроме снижения уровня тестостерона у молодых мужчин факторами риска наиболее часто являются: дисбаланс глюкокортикостероидов, малоподвижность, алкогольная и никотиновая зависимость.

Выявление остеопороза

Высокая степень остеопороза подтверждается сравнением показателей пациента со средней плотностью костной ткани здоровых людей. Выявление остеопороза на ранних стадиях производится сравнением результатов сканирования пациента с годовым интервалом. Уменьшение плотности кости более чем на 2% в год должно рассматриваться как фактор риска.

Для выявления потерь массы костной ткани используются различные методы исследования:

1. Рентгенологические:
 - 1) Абсорбциометрия двойной энергии.
 - 2) Количественная компьютерная томография позвоночника.
 - 3) Периферическая компьютерная томография.
2. Ультрасонография.
3. Биохимические:
 - 1) Маркеры остеообразования:

- щелочная фосфатаза;
- остеокальцин плазмы;
- проколлаген I;
- пептиды плазмы.

2) Маркеры остео резорбции:

- кальций мочи и гидроксипролин;
- пиридинолин мочи и диоксипиридинолин;
- кислая тартрат-резистентная фосфатаза плазмы;
- коллагеновые телопептиды I типа плазмы и мочи.

Сравнение биохимических показателей в начале менопаузы с нормальным возрастным уровнем может выявить повышение темпов рассасывания костной ткани, заподозрить риск будущих переломов и стать основанием для назначения лечения.

Лечебные меры при остеопорозе

В рацион питания следует включать продукты с высоким содержанием кальция (молоко, творог, сыр, фундук, миндаль) и ограничивать продукты, имеющие избыток фосфатов (мясо, рыба, газированные напитки). В хорошо сбалансированной диете необходимо достаточное содержание витаминов D, K, B₆ и B₁₂.

Умеренные физические нагрузки стимулируют остеогенез, а постельный режим и физические перегрузки приводят к потере массы костной ткани.

Следует ограничивать употребление алкоголя, оказывающего неблагоприятное воздействие на обмен веществ, снижающего усвоение кальция, усвоение и активизацию витамина D, угнетающего остеобласты.

Прекращение курения – одно из условий профилактики остеопороза. У курящих людей активизируется рассасывание костей. Курение ускоряет падение секреции и инактивацию эстрогенов, приближая наступление менопаузы у женщин, снижает аппетит, уменьшает жизненную емкость легких, снижает переносимость обычных физических нагрузок. Под влиянием курения нейтрализуется защитное действие эстрогенов на кости и сердечно-сосудистую систему, что в свою очередь может привести к ухудшению кровоснабжения костей.

Разнообразие причин возникновения остеопороза требует индивидуального подхода к медикаментозному лечению. Используются препараты разных групп:

1. Ингибирующие остео резорбцию:

- эстрогены, прогестагены;
- кальцитонины;
- активные производные витамина D;

- биофосфонаты
 - кальций.
2. Стимулирующие остеосинтез:
- фториды;
 - анаболические стероиды;
 - прогестагены;
 - фрагменты паратиреоидного гормона.
3. Повышающие качество кости:
- активные производные витамина D;
 - фрагменты паратиреоидного гормона;
 - 3-е поколение биофосфонатов.

Эстрогены у женщин в постменопаузальном периоде способствуют восстановлению плотности костной ткани, снижая активность остеокластов, увеличивая синтез кальцитонина, модулируя активность паратиреоидного гормона, усиливая всасывание кальция в кишечнике. Для предупреждения развития эндометриоза и опухолей эндометрия совместно с эстрогенами назначается прогестаген, оказывающий дополнительное анаболическое воздействие на кости.

Кальцитонин снижает рассасывание костей, угнетая активность и уменьшая количество остеокластов, а также обладает обезболивающим действием. Предупреждение вторичного гиперпаратиреоидизма достигается дополнительным приемом кальция.

Активные синтетические метаболиты витамина D – альфа-кальцитриол и кальцитриол в организме превращаются в наиболее действенную форму витамина D – $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, повышающую всасывание кальция и фосфора в кишечнике, стимулирующую реабсорбцию кальция в почках и способствующую лучшей минерализации костей.

Биофосфонаты (этидронат и др.), являясь синтетическими препаратами, связывающимися на десятилетия с кристаллами гидроксипатита костей, снижают активность остеокластов и предохраняют кости от рассасывания.

Кальций увеличивает массу скелета, замедляет снижение костной массы в постменопаузальный период и увеличивает плотность костной ткани в пожилом возрасте, подавляя повышенное рассасывание костей.

Фториды, особенно в сочетании с активными метаболитами витамина D_3 и кальцием, активизируют и увеличивают число остеобластов, стимулируют образование новых трабекул, восстанавливают внутреннее строение костей, укрепляют существующие костные ткани.

Анаболические стероиды эффективно увеличивают костную и мышечную массу, однако следует учитывать их вирилизующее действие у женщин, а также у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями и поражениями простаты.

Фрагменты паратиреоидного гормона повышают массу и прочность трабекулярных костей, увеличивая восстановление и рост минерализованных костных пластинок.

8.8. Ожоговая болезнь [4]

При ожоговых поражениях менее 30% поверхности тела нарушения ограничиваются зоной повреждения,

в которой высвобождаемые биогенные амины, кинины и простагландины увеличивают в первые 8-12 часов проницаемость капилляров, вызывая выход плазмы в межклеточное пространство.

Обширные ожоги кроме местных нарушений сопровождаются отеками в неповрежденных зонах организма за счет развивающейся гипопроотеинемии и циркулирующих вазоактивных веществ. Сопутствующее снижение клеточного потенциала приводит к перемещению натрия и воды в клетки с развитием клеточного отека. Дополнительные потери жидкости происходят через поврежденную поверхность. Наружные и внутренние потери жидкости из сосудистого русла приводят к снижению объема циркулирующей крови и развитию гиповолемии.

Через 3 суток обычно начинается рассасывание отеков. Жидкость из межклеточного пространства возвращается в сосудистое русло, что может привести к гиперволемии и перегрузке сердечно-сосудистой системы. Для предупреждения осложнений необходимо контролировать и корректировать показатели гемодинамики.

Волемиические нарушения вызывают повышение в крови уровня антидиуретического гормона, который задерживает воду, приводя к развитию гипонатриемии.

Высвобождение в начальном этапе ожоговой болезни из поврежденных клеток ионов калия приводит к гиперкалиемии, которая может усугубиться сопутствующей почечной недостаточностью.

На этапе выздоровления возвращение калия в клетки и интенсивное выделение его почками может вызвать гипокалиемию.

Значительные потери жидкости с раневым отделяемым могут быть причиной развития гипокальциемии.

Ожоговые больные с площадью поражения 10-19% поверхности тела находятся в легкой стадии внутрисосудистой гиповолемии. У этой категории пострадавших снижение объема циркулирующей крови на 7% происходит преимущественно в результате уменьшения на 11% объема циркулирующей плазмы, выходящей через капиллярную стенку в межклеточное пространство. Снижение объема циркулирующих эритроцитов выражается в меньшей степени. Оно происходит в основном путем депонирования эритроцитов во внутренних органах и отчасти из-за их теплового

разрушения. Частота пульса у этих больных возрастает в среднем до 88 ± 2 уд/мин, среднее артериальное и центральное венозное давление остаются в пределах нормальных величин. При этом выявляется снижение на 16% ударного объема и на 20% минутного объема кровообращения. В то же время общее периферическое сопротивление возрастает на 22%, увеличиваясь до 1645 ± 44 дин/сек·см.

Пациенты с тяжелым ожоговым шоком, имеющие поражения 20-50% поверхности тела относятся к выраженной стадии внутрисосудистой гиповолемии. Объем циркулирующей крови этих пострадавших на 19% ниже нормального уровня, а объем циркулирующей плазмы снижен на 23%. Частота пульса у них составляет в среднем 110 ± 5 уд/мин. При этом среднее артериальное и центральное венозное давление, как и в легкой форме ожогового шока, существенно не отличаются от нормальных величин. Вместе с тем ударный объем уже снижается на 36% от нормы, а минутный объем кровообращения – на 27%. Общее периферическое сопротивление превышает исходный уровень на 28%, составляя 1730 ± 66 дин/сек·см⁵.

Больные в крайне тяжелом ожоговом шоке с площадью поражения более 50% поверхности тела относятся к стадии относительной компенсации внутрисосудистой гиповолемии. Дефицит объема циркулирующей крови у них составляет около 24%, а объем циркулирующей плазмы снижен на 32%. Тахикардия составляет в среднем 110 ± 3 уд/мин при удовлетворительных показателях среднего артериального давления – $84,4 \pm 4$ мм.рт.ст. и центрального венозного давления – $6,6 \pm 1,2$ см. вод. ст. Ударный объем снижен против нормы на 45%, а минутный объем кровообращения – на 33%. Общее периферическое сопротивление возрастает на 34%, доходя до 1805 ± 62 дин/сек·см.

В легкой стадии внутрисосудистой гиповолемии при отсутствии рвоты и надежной окончательной ликвидации источника потерь ограничиваются назначением дробно внутрь 1000-2000 мл в сутки соляно-щелочных растворов, не прибегая к парентеральному введению. Вместе с тем у имеющих более 10% площади ожогового поражения тела уже на этой стадии показана интенсивная инфузионная терапия, включающая солевые, коллоидные и белковые растворы, бикарбонат натрия, новокаин, глюкозу, геMODEZ и маннитол (табл. 158).

Таблица 158. Инфузионная терапия для пострадавших с легким ожоговым шоком на стадии легкой внутрисосудистой гиповолемии

Инфузионные среды	Сроки лечения (сутки), масса тел пострадавших (кг), количество растворов (мл)					
	1-е сутки			2-е сутки		
	51-60	61-80	>80	51-60	61-80	>80
Полиглюкин	400	400	400	–	–	–

Раствор новокаина 0,125%	100	200	200	100	200	200
Лактосол	400	400	400	–	–	–
Реополиглюкин	400	800	800	400	400	400
Раствор альбумина 5%	400	400	800	400	400	800
Раствор Рингера	400	400	400	–	–	–
Раствор бикарбоната натрия 4%	200	200	200	–	–	–
Раствор глюкозы 10%	400	800	1200	400	1000	1200
Гемодез	200	200	400	200	200	400
Раствор маннитола 15%	100	200	200	–	–	–
Общий объем (мл)	3000	4000	5000	1500	2200	3000

На каждые 3-4 г введенной глюкозы добавляется 1 ед. инсулина.

У ожоговых пострадавших, энтерально получающих 1000-2000 мл соляно-щелочных растворов, внутривенное введение солевых и бикарбонатных растворов не производится.

В условиях проводимой инфузионной терапии нормализация объема циркулирующей крови и плазмы у пострадавших наступает к завершению вторых суток. В эти же сроки восстанавливается средний объем эритроцитов, ликвидируются признаки метаболического ацидоза, возрастает диурез. Все это указывает на выход пациента из состояния легкого ожогового шока.

Пациенты, находящиеся в состоянии тяжелого ожогового шока, нуждаются в более интенсивной инфузионной терапии (табл. 159).

Таблица 159. Инфузионная терапия для пострадавших с тяжелым ожоговым шоком на стадии выраженной внутрисосудистой гиповолемии [4]

Инфузионные среды	Сроки лечения (сутки), масса тел пострадавших (кг), количество растворов (мл),					
	1-е сутки			2-е сутки		
	51-60	61-80	>80	51-60	61-80	>80
Полиглюкин	400	800	800	400	400	800
Раствор новокаина 0,125%	100	200	200	100	100	100
Лактосол	400	400	400	400	400	400
Реополиглюкин	800	800	1200	800	800	800
Раствор альбумина 5%	800	1000	1200	600	800	1000
Раствор Рингера	600	800	1000	400	800	1000
Раствор бикарбоната натрия 4%	200	200	200	100	100	200

Раствор глюкозы 10%	800	1000	1200	400	800	1000
Гемодез	200	200	400	200	400	400
Раствор маннитола 15%	200	200	400	200	200	200
Общий объем (мл)	4500	5600	7000	3600	4800	5900

8.9. Лечебный плазмаферез [13]

Среди методов прямого очищения крови лечебный плазмаферез обладает наиболее

широким спектром, оказывая одновременно выраженное детоксикационное, гемореокорректирующее и иммунокорректирующее воздействие. В процессе его проведения удаляется около 200 различных химических и биохимических соединений, включая значительное количество белка, воды и электролитов. Для предупреждения артериальной гипотонии и циркуляторных расстройств возникающая при удалении плазмы гиповолемия нуждается в достаточном и своевременном восполнении. Замещение удаляемой плазмы осуществляется солевыми, коллоидными и белковыми растворами. При исходно нормальном уровне общего белка крови удаление малых объемов плазмы (до 1200 мл или 30-40% ОЦП) может быть восполнено полуторо-двукратным объемом солевых растворов. Удаление средних объемов плазмы (1500-2000 мл или 50-60% ОЦП) компенсируется совместным введением солевых и коллоидных плазмозамещающих растворов. Одновременное удаление больших объемов плазмы (более 2000 мл или более 60% ОЦП) требует добавления к солевым и коллоидным плазмозаменителям белковых препаратов. Опасность аллергических реакций и высокая стоимость белковых препаратов являются сдерживающими моментами широкого их использования для замещения удаляемой плазмы.

Поэтому более широкое применение получило замещение удаляемой плазмы совместным использованием солевых и декстрановых растворов, позволяющее поддерживать у пациентов устойчивые показатели гемодинамики. При этой методике первые 600 мл удаляемой плазмы замещаются 1200 мл солевого раствора, а последующее количество удаляемой плазмы замещается равным объемом декстрановых растворов (полиглюкин, реополиглюкин, макродекс и др.). Использование этой методики плазмозамещения у больных с различными заболеваниями приводило к снижению уровня общего белка, калия и натрия (табл. 160).

Таблица 160. Изменение содержания общего белка, калия и натрия под влиянием плазмафереза с замещением солевыми и днкстрановыми растворами у больных с различными заболеваниями

З а б о л е в а н и я (количество наблюдений)	По к а з а т е л и					
	Общий белок г/л		Калий Ммоль/л		Натрий моль/л	
	До ЛПА	После ЛПА	До ЛПА	После ЛПА	До ЛПА	После ЛПА
Стенокардия 2-4 ф.к. (n = 108/114/111)	76,6±0,7	57,5±0,7*	4,1±0,05	3,8±0,04*	142±1	138±1*
Нестабильная стенокардия n = 60/62/62)	77,8±1,0	58,1±1,0*	4,2±0,1	3,8±0,1*	140±1	137±1*
Инфаркт миокарда (n = 13/18/18)	76,0±2,8	58,0±2,6*	4,4±0,1	3,7±0,1*	139±1	135±2*
Окклюзионные поражения сосудов нижних конечностей (13/16/16)	74,0±1,8	54,7±3,1*	4,6±0,2	4,2±0,2	139±3	135±2
Органов дыхания (n = 19/18/18)	75,6±1,6	57,3±1,9*	4,2±0,2	3,9±0,1	141±2	138±2
Печени (n = 17/19/19)	82,9±2,4	61,4±2,0*	4,3±0,1	3,8±0,1*	139±1	136±1
Ревматоидный артрит (n = 27/28/28)	77,2±1,2	59,5±1,1*	3,9±0,1	3,6±0,1	139±1	137±1

Число наблюдений (n): первая цифра – общий белок, вторая цифра – калий, третья цифра – натрий.

* – $p < 0,05$.

Снижение уровня калия на 7-16% и натрия на 1-3% в больших выборках имело достоверный характер, но не выходило из пределов физиологических величин и не требовало дополнительной коррекции. Кратковременное уменьшение после плазмафереза общего белка крови на 24-26%, в отдельных случаях выходящее за пределы нижнего уровня нормы, сначала компенсируется онкотическими свойствами введенных коллоидных растворов с последующим восполнением белковых потерь из тканевых резервов и дополнительного синтеза белков в печени.

У больных парапротеинемическими гемобластозами значительное снижение после плазмафереза уровня общего белка сопровождалось улучшением показателей кислотно-щелочного состояния и газов крови (табл. 161).

Таблица 161. Изменение содержания общего белка и показателей кислотно-щелочного состояния после плазмафереза у больных парапротеинемическими гемобластозами

Показатель	З а б о л е в а н и е			
	Множественная миелома (n = 39)		Макроглобулинемия Вальденстрема (n = 13)	
	До ЛПА	После ЛПА	До ЛПА	После ЛПА
Общий белок, г/л	115,4±2,6	78,1±1,6*	93,8±9,2	69,3±2,8*
pH	7,35±0,01	7,39±0,01*	7,32±0,01	7,36±0,01*
p _v O ₂ , мм.рт.ст.	29,5±2,5	45,4±2,5*	25,4±2,7	39,3±3,3*
p _v CO ₂ , мм.рт.ст.	44,3±1,8	35,7±1,4*	50,3±1,1	41,6±2,0*
S _v , %	49,1±4,9	78,1±3,5*	49,7±3,3	68,8±5,9*

pH – водородный показатель, p_vO₂ – парциальное давление кислорода в вене, p_vCO₂ – парциальное давление углекислого газа в вене, S_v – сатурация в вене

Исходная гиперпротеинемия у этих пациентов снижалась после плазмафереза на 26-32%, достигая нормального уровня. Такое уменьшение концентрации биополимеров в крови повышало диффузионную способность кислорода и углекислого газа, что положительно отразилось на водородном показателе, газовом парциальном давлении и сатурации венозной крови: парциальное давление кислорода возросло на 54-57%, парциальное давление углекислого газа снизилось на 17-19%, а оксигемоглобин вырос на 38-59%.

8.10. Состав пищевой соли и артериальное давление [22]

Известно, что избыток в пищевом рационе поваренной соли может являться фактором риска артериальной гипертонии. Это обстоятельство стимулирует изучение возможности снижения потребления хлорида натрия. Одним из путей решения этой задачи является замена обычной пищевой соли на многокомпонентную. Поэтому у пациентов 55-75 лет изучено влияние состава

пищевой соли на течение легкой и средней степени артериальной гипертензии. Потребление в течение 24 недель пациентами группы вмешательства минеральной соли, содержащей 41% хлорида натрия, 41% хлорида калия, 17% солей магния и 1% микроэлементов для подсаживания и приготовления продуктов в сравнении с контрольной группой пациентов, получавших с продуктами обычную поваренную соль, не вызвало существенных изменений уровня основных электролитов сыворотки крови (табл. 162).

Таблица 162. Уровень электролитов сыворотки крови перед началом и после окончания исследования (через 24 недели от начала) у пациентов группы вмешательства, получавших трехкомпонентную минеральную соль, и контрольной группы, пользовавшихся обычной поваренной солью

Показатель (ммоль/л)	Группа вмешательства		Контрольная группа	
	Исходный уровень	Уровень через 24 недели	Исходный уровень	Уровень через 24 недели
Натрий	137,0±0,5	135,5±0,4	137,1±0,4	135,4±0,5
Калий	4,27±0,04	4,35±0,04	4,17±0,06	4,23±0,05
Магний	0,86±0,01	0,83±0,01	0,86±0,01	0,82±0,01
Кальций	2,41±0,02	2,35±0,01	2,44±0,02	2,32±0,01
Ионизированный Са	1,24±0,01	1,23±0,02	1,24±0,01	1,19±0,02

В группе вмешательства в процессе исследования отмечено недостоверное увеличение массы тела с 77,5±1,4 до 78,9±1,4 кг ($p>0,05$), снижение на 28% суточного выделения натрия, повышение на 22% суточного выделения калия, соотношение натрий/калий снизилось на 20-30%, без существенных изменений выделения магния и кальция. В контрольной группе масса тела не изменилась, суточное выделение натрия недостоверно выросло со 138±7 до 148±7 ммоль, суточное выделение калия недостоверно снизилось с 81±4 до 75±3 ммоль, соотношение натрий/калий возросло на 16%, выделение магния и кальция не изменилось (табл. 163).

**Таблица 163. Суточное выделение электролитов
в процессе исследования у пациентов группы вмешательства
и контрольной группы**

Суточное выделение (ммоль/сут)	Сроки проведения анализа			
	Перед началом	Через 8 недель	Через 16 недель	Через 24 недели
Группа вмешательства				
Натрий	139±8	113±5	107±5	116±4
Калий	86±3	102±4	101±5	97±4
Соотношение Na/K	1,6±0,1	1,1±0,1	1,1±0,1	1,3±0,1
Магний	5,4±0,3	6,1±0,3	5,8±0,3	5,7±0,3
Кальций	4,7±0,3	4,4±0,3	4,1±0,2	4,3±0,3
Контрольная группа				
Натрий	138±7	147±7	147±7	148±7
Калий	81±4	77±3	77±4	75±3
Соотношение Na/K	1,8±0,1	2,0±0,1	1,9±0,1	2,1±0,1
Магний	5,2±0,2	5,8±0,2	5,5±0,3	5,4±0,3
Кальций	4,8±0,3	4,8±0,3	4,6±0,3	4,9±0,2

Проведенное исследование позволило обнаружить благоприятное влияние на уровень артериального давления. Систолическое давление в период с 8 по 24 неделю снизилось в среднем на 8,7 мм.рт.ст. ($p < 0,001$), со снижением диастолического в среднем на 3,6 мм.рт.ст. ($p < 0,005$). В контрольной группе за время исследования артериальное давление существенно не изменилось (табл. 164).

**Таблица 164. Влияние состава пищевой соли
на артериальное давление пожилых пациентов**

Артериальное давление мм.рт.ст.	Средние значения				Средние значения
	Перед началом	Через 8 недель	Через 16 недель	Через 24 недели	
Систолическое					
Контрольная группа	157,6±2,0	161,0±2,2	160,0±2,2	156,0±1,9	158,5±1,8

Группа сравнения разница	157,9±2,0	151,8±2,1	152,6±2,2	150,9±1,9	151,7±1,8
Диастолическое	-	-9,7	-8,7	-7,7	-8,7
Контрольная группа	91,0±1,3	92,7±1,3	92,3±1,4	90,9±1,2	92,1±1,2
Группа сравнения	89,7±1,3	87,0±1,4	86,7±1,4	86,8±1,2	86,9±1,2
Разница	-	-4,2	-4,0	-2,8	-3,6

Таким образом, потребление минеральной соли с частичным замещением натрия калием и магнием не вызывало существенных сдвигов электролитов в сыворотке крови. Это равновесие достигалось путем выделения через почки избыточно вводимых калия и магния. Вместе с тем, у пациентов группы вмешательства, имевших легкую и среднюю степень артериальной гипертензии, принимавших минеральную смесь натрия, калия и магния, в период исследования от 8 до 24 недель отмечалось достоверное снижение систолического и диастолического артериального давления. В контрольной группе аналогичных пациентов, принимавших обычную поваренную соль, за период исследования артериальное давление не изменилось. Следовательно, замена в пищевом рационе поваренной соли на смесь солей натрия, калия и магния может быть использовано в комплексе лечения артериальной гипертензии у пожилых пациентов.

Заключение

Никто не должен преступать меры ни в пище, ни в питии.

Пифагор (VI–V вв. до н. э.)

Вода и многочисленные химические элементы относятся к числу важнейших факторов, обеспечивающих жизнедеятельность человека, включенным, как и всякое живое существо, в постоянный круговорот этих веществ. Образно говоря, каждый из нас представляет собой проточный постоянно обновляющийся водоем с притекающими и оттекающими водно-минеральными потоками. Жидкость, поступающая в организм через пищеварительный тракт, покидает его через почки, легкие, кожу и кишечник. В водных растворах происходит переработка поступающей пищи, доставка питательных веществ ко всем клеткам, процессы роста, размножения, преобразования энергии, теплообмена и выделения конечных продуктов обмена веществ.

Количество поступающей воды и минералов должно соответствовать потребностям организма. Существенный недостаток или значительный избыток тех или иных веществ может быть причиной серьезных расстройств, представляющих опасность для здоровья и жизни человека. Организм в определенной степени под контролем нервной, гормональной и выделительной систем способен корректировать постоянство внутренней среды, однако за пределы воздействия и нарушения в системах внутренней регуляции приводят к различным нарушениям жизнедеятельности, нуждающимся в лечебных мерах. Иначе говоря, нарушения водно-минерального баланса при различных заболеваниях требуют своевременной и адекватной коррекции.

Кроме воды и основных ионов (натрий, калий, кальций, магний, хлор, фосфат) человек нуждается в большом числе различных химических элементов. Между тем, рацион жителей современных индустриальных стран существенно ими обеднен, ввиду широкого использования рафинированных продуктов и растительных плодов, выращенных на минерально истощающихся интенсивным земледелием сельскохозяйственных угодьях.

Недостаточное или избыточное поступление жизненно важных минералов становится причиной множественных нарушений в работе различных органов и систем организма. Для предотвращения этого необходимо потребление разнообразных натуральных богатых всеми необходимыми питательными веществами продуктов и тщательный санитарный контроль содержания микроэлементов в почве, воде и потребляемых продуктах для своевременного выявления их чрезмерных концентраций.

Хорошим источником необходимых химических элементов являются орехи (миндаль, фундук, грецкие и кедровые и др.), овощи (морковь, свекла, чеснок, хрен и др.), фрукты (курага, финики, яблоки, груши и др.). Включение их в свой рацион питания укрепляет здоровье и обеспечивает долголетие. Пищевые добавки микро-

элементов должны использоваться лишь в случаях невозможности достаточного получения их из продуктов питания, под строгим контролем состояния пациента для предупреждения передозировки.

Литература

1. Бергнер П. Целительная сила минералов, особых питательных веществ и микроэлементов /Пер. с англ. У. Сапшиной. – М.: КРОН-ПРЕССЭ 1998. – 288 с.
2. Волосянко М.И. Самолечение: Целебное питание. М. Аквариум, 1994, 400 стр.
3. Воробьев А.И., Городецкий В.М., Шулуто Е.М., Васильев С.А. Острая массивная кровопотеря. М. 2001.
4. Герасимова Л.И., Жилин В.Н., Кижаяев Е.В., Путинцев А.Н. Термические и радиационные ожоги. Система информационной поддержки действий по диагностике и лечению. – М. «Медицина» 1996, 246 стр.
5. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс (перевод с англ. проф. В.И.Легезы). М.-СПб. 2000, 320 с.
6. Дамбахер М.А., Шахт Е. (пер. с англ.: Е. Хануковой). Остеопороз и активные метаболиты витамина D: Мысли которые приходят в голову. EULAR Publishers, Basle, Switzerland 1996.
7. Козинец Г.И. Интерпретация анализов крови и мочи и их клиническое значение. – Издательство «Триада-Х», М. 2000, 103 с.
8. Лукьянчиков В.С., Королевская Л.И. Гипокалиемия. Терапевтический архив 2003, 12, 61-5.
9. Маклашевский Н.В., Королюкова С.В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры. – СПб. БХВ. – Санкт-Петербург, «Издательская группа «Арлит». 2000. 240 с.
10. Мюррей Майкл Т. Целительная сила пищи. Ростов-на-Дону, «Феникс» 1997, 621 с.
11. Патофизиология хирургических заболеваний. Общая редакци Я. Ошацкого. Варшава, 1967, 647 стр.
12. Практическая трансфузиология. Общая редакция Г.И. Козинца. М. «Триада-Х», стр. 435, 1997 г.
13. Постников А.А. Прямое очищение крови. – «Триада-фарм», М. 2003, 182 стр.
14. Рагимов А.А., Щербакова Г.Н. Руководство по инфузионно-трансфузионной терапии. «Медицинское информационное агентство» М. 2003, 182 стр.
15. Смолянский Б.Л., Белова Л.В. Полная энциклопедия нетрадиционного питания. Санкт-Петербург «Сова», Москва: Эксмо. 2003, 572 стр.
16. Справочник практического врача. Под редакцией А.И. Воробьева, М. 2000, 607 стр.
17. Справочник по анестезиологии и реаниматологии. Под редакцией А.А. Бунятына. Москва, 1982, 398 стр.
18. Советский энциклопедический словарь. Гл. ред. А.М. Прохоров. М. «Советская энциклопедия» 1986, с. 1242.

19. Таранов П.С. 150 мудрецов и философов. Симферополь – Запорожье. «Нарус-М» 2000, с. 39, 45, 103.
20. Физические величины. Справочник под ред. И.С. Григорьева и Е.З. Мейлихова. М., Энергоатомиздат, 1991, с. 1198–1208.
21. Энциклопедия лекарств, 2002, 386 с.
22. Geleijnse J.M., Vittingman C.M., Bak A.A.A., den Breeijen J.H. et Grobee D.E. Lowering blood pressbre in elderiy patients with hypertention by using low-sodium and hi-potassioum and high-magnesium mineral salt. Русский Медицинский журнал Том 4, № 11, декабрь 1996. 695-703.

Анатолий Александрович Постников

ФОРМУЛА ЗДОРОВЬЯ

Издано в авторской редакции

Дизайн-макет – А. Симонова

Подписано в печать 03.10.2018. Формат 60х90/16
Бумага офсетная. Печать офсетная
Гарнитура «Minion Pro». Усл. п. л. 48,5
Тираж 50 экз. Заказ № 1349



ИПО «У Никитских ворот»
121069, г. Москва, ул. Большая Никитская, д. 50/5,
тел.: (495) 690-67-19
www.uniki.ru