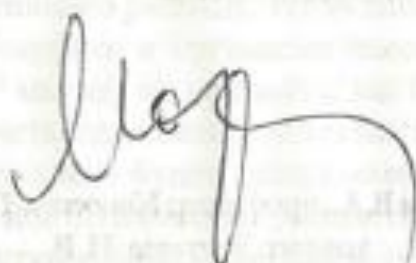


**ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ
В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА**

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Поморский государственный университет
им. М.В.Ломоносова



ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Под общей редакцией Л.В.Морозовой

Архангельск

Поморский государственный университет
имени М.В.Ломоносова

2001

УДК 57.01(075)

Печатается по решению редакционно-издательского совета Поморского государственного университета имени М.В.Ломоносова

Составители: профессор Барашков В.А., профессор Колосова Т.С., доцент Бельх А.И., доцент Звягина Н.В., доцент Лукина С.Ф., доцент Морозова Л.В., доцент Соколова Л.В.

Рецензенты: кандидат пед. наук, доцент кафедры химии ПГУ Швакова Э.В.; кандидат биол. наук, доцент кафедры ботаники и общей биологии ПГУ Баталов А.Е.

Издание содержит разнообразные и весьма ценные данные о биологической роли в организме человека всех существующих в природе химических элементов, также сведения об источниках элементов, суточной потребности в них и о состояниях организма при избытке или недостатке элемента.

Предназначено для школьников, студентов, учителей химии и биологии, аспирантов и преподавателей высшей школы.

Поморский государственный университет имени М.В.Ломоносова, 2001

В человеческом организме можно найти все химические элементы, вплоть до золота, а также, к сожалению, и элементы радиоактивного распада. Из 94 встречающихся в природе элементов, 81 обнаружен в организме человека. Без этой «таблицы Менделеева» мы не сможем жить, мы будем себя плохо чувствовать и даже болеть, если каких-то элементов будет в не хватать. Впрочем, также плохо нам будет, если элементы окажутся в избытке.

Все химические элементы организма делятся на две группы: макро- и микроэлементы.

К **макроэлементам** относятся элементы с концентрацией в организме более 0,001%: кислород, углерод, водород (10,5%), железо, калий (0,27%), кальций (1,4%), магний (0,04%), натрий (0,26%), азот, сера, фосфор, хлор. Углерод, водород, кислород и азот – это четыре элемента, которые иногда называют «китами химии», «элементами жизни». Из атомов этих 12 элементов построены не только живые белки, но и вся природа вокруг нас.

К **микроэлементам** относят элементы, доля которых в организме составляет от 0,001 до 0,000001%. Это цинк, йод, кобальт, хром, медь и др.

Если концентрация элементов в организме еще меньше, то их относят к группе **следовых** (т.е. в организме обнаружены его следы). Это селен, бор, серебро, золото и др.

Кроме того во всех организмах находится небольшое количество тяжелых металлов. 15 химических элементов (железо, йод, медь, цинк, кобальт, хром, молибден, никель, ванадий, селен, марганец, мышьяк, кремний, литий) признаны эссенциальными, т.е. жизненно необходимыми. Четыре других (кадмий, свинец, олово, рубидий) являются серьезными кандидатами на эссенциальность.

Макро и микроэлементы образуют органические и минеральные вещества организма. Минеральные вещества, наряду с белками, углеводами и витаминами, являются жизненно важными компонентами пищи человека и необходимы для построения структур живых тканей, для биохимических и физиологических процессов, лежащих в основе жизнедеятельности организма. Впервые на особую роль микроэлементов в биологических процессах указал основатель отечественной геохимии академик В.И. Вернадский. Он отметил, что химические элементы косной и живой материи связаны, а ряд элементов жизненно необходим любому живому организму.

Минеральные вещества создают определенное осмотическое давление крови и тканей, участвуют в процессе диффузии и переносе газов крови и т.п.

Мощное воздействие микроэлементов на физиологические процессы объясняется тем, что они входят в состав так называемых аксессуарных веществ: дыхательных пигментов, витаминов, гормонов, ферментов а также коферментов, участвующих в регуляции жизненных процессов. Микроэлементы влияют на направленность действия ферментов и их активность. Это дало основание известному российскому ученому-агрохимику А.В. Петербургскому назвать микроэлементы катализаторами катализаторов.

Биологическая активности элементов в живых организмах определяется положением их в периодической системе, т.е. зависит от строения атомов элементов. Так, с нарастанием атомной массы S-элементов I и II групп увеличивается их токсичность и уменьшается %-ное содержание в организме.

В каких дозах микроэлементы оказывают на организм положительное (биотическое) действие? На этот важный вопрос можно найти ответ в работах А.И. Венчикова, установившего две зоны действия микроэлементов. Одна из них – *зона биотического действия* – обнаруживается при условии применения микроэлементов в концентрациях, близких к тем, в которых они содержатся в организме при нормальных условиях внешней среды. Для Cu, Zn, Cd, I и некоторых других были установлены концентрации (из расчета на чистый металл) в пределах 0,5-100 мкг/кг. Именно в таких биотических дозах микроэлементы, не возбуждая физиологические барьеры организма и не встречая противодействия с их стороны, проявляют биологическую активность. Другая *зона токсико-фармакологического действия* – обнаруживается при применении микроэлементов в количествах, значительно превышающих биотические концентрации. В этом случае микроэлементы преодолевают сопротивление физиологических барьеров путем их «функциональной поломки» и, проникая в больших количествах, вызывают не биотический, а токсический эффект. Т.е., микроэлементы требуются для всех организмов лишь в оптимальных количествах. Длительный дефицит или, напротив, избыток какого-либо элемента ведет к нарушению обмена веществ и заболеваниям, поэтому особое значение приобретает сбалансированность питания по минеральному составу.

Как пользоваться справочником

Справочное пособие содержит информацию о всех элементах периодической системы Д.И. Менделеева в алфавитном порядке (кириллица). Все статьи справочного пособия построены по единому плану. При отсутствии сведений по какому-либо разделу плана, данный раздел исключался при характеристике элемента. Если сведения по какому-либо вопросу противоречивы у различных авторов, то рядом с утверждением стоит знак вопроса (?).

Содержание в человеческом организме

Приведено общее содержание элемента в организме человека массой 70 кг; данные о содержании элемента в различных тканях организма приведены в % на килограмм сухой массы ткани, для крови в % на литр.

Биологическая роль

В данном разделе содержатся сведения о роли элементов, а также некоторых их соединений в биохимических и физиологических процессах организма в норме; также для некоторых элементов приведены сведения о неблагоприятном влиянии на организм.

Канцероген – химический агент, в отношении которого доказана способность индуцировать или усиливать рост опухолей.

Мутаген – химический агент, проявляющий свою активность путем изменения генетического материала, переходящего в процессе деления клеток в дочерние клетки, результатом чего являются новые наследственные характеристики у вновь образовавшихся клеток.

Стимулятор – химический агент, оказывающий влияние на общий метаболизм человека.

Тератоген – химический агент, способный воздействовать на эмбрион и вызывать отклонения в период внутриутробного развития.

Токсичность – способность химического агента вызывать нежелательный эффект, когда в определенных органах и тканях достигается достаточно большая концентрация этого химического вещества.

Источники

Названы наиболее богатые элементов пищевые продукты как растительного, так и животного происхождения; для некоторых элементов названы другие источники поступления в организм.

Суточная потребность

Приведены сведения о средней суточной потребности организма в данном элементе, для наиболее важных элементов приведена потребность для различных категорий населения; для ряда элементов приведены сведения о среднем суточном поступлении с пищей и водой.

Недостаток

Отмечены нарушения в функционировании организма при недостатке элемента; для ряда элементов приведены причины, способствующие развитию дефицита элемента.

Избыток

Отмечены нарушения в функционировании организма при избытке элемента; для ряда элементов приведены причины, способствующие накоплению элемента в организме человека.

Токсичность

Токсикологические сведения об элементах характеризуют не только сами элементы, но и некоторые их соединения. Приведены токсические дозы, для ряда элементов приведены летальные дозы.

Способствует и препятствует усвоению

Приведены сведения о факторах, которые могут повлиять на процесс усвоения элемента, или способствовать выведению его из организма.

АЗОТ (N, 7)

Содержание в человеческом организме: 3 % массы тела; кровь – 3,1 мг/мл;
мышечная ткань – 7,2 %; костная ткань – 4,3 %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- входит в состав белков, аминокислот, нуклеиновых кислот, АТФ и других важных веществ;
- входит в состав продуктов обмена;
- аммиак нейтрализует избыточные кислоты в организме;
- оксид азота (NO) – один из важнейших иммунотропных медиаторов, стимулирует фагоцитоз и киллинг внутриклеточных паразитов;
- оксид азота (NO) участвует в поддержании системной и локальной гемодинамики;
- оксид азота (NO) выступает в роли нейротрансмиттера в желудочно-кишечном тракте, мочевыводящей и половой системе;
- оксид азота (NO) участвует в элиминации «стареющих» молекул цитохромов, каталазы, гемоглобина, а также в индукции апоптоза в клетках, где повышается уровень свободного железа.

Источники: продукты животного происхождения, бобовые

Суточная потребность: данные отсутствуют, но доза велика ($\approx 8-16$ г азота)

Недостаток: при дефиците белка общее замедление роста организма

Избыток: Кессонова болезнь, при повышении давления развивается удушье

Токсичность: соединения токсичны (все оксиды, аммиак и др.). Оксиды азота относятся к соединениям II класса опасности, вызывают отек легких.

АКТИНИЙ (Ac, 89)

Содержание в человеческом организме: нулевое.

Биологическая роль: отсутствует, токсичен из-за своей радиоактивности

АЛЮМИНИЙ (Al, 13)

Содержание в человеческом организме: 61 мг; кровь – 0,39 мг/л
костная ткань – $0,7-2,8 \cdot 10^{-4}\%$; мышечная ткань – $4-27 \cdot 10^{-4}\%$

Биологическая роль: не отмечена

- снижает активность ряда ферментов (лактатдегидрогеназы, щелочной фосфатазы, каталазы и др.);
- блокирует активные центры ферментов, участвующих в кроветворении;
- влияет на обмен веществ, особенно минеральный;
- участвует в регуляции функций нервной системы;
- влияет на размножение и рост клеток, непосредственно действуя на ядерный хроматин;
- конкурент P и Ca, Fe;

- влияет на репродуктивную способность, эмбриональное и постэмбриональное развитие;
- способен накапливаться в организме;
- мутаген

Источники: вода, атмосферный воздух, лекарственные препараты, алюминиевая посуда, чай, яблоки

Суточная потребность: 35-49 мг

Избыток: играет роль в развитии болезни Альцгеймера или старческого слабоумия, накапливаясь в мозгу; снижает задержку Ca в организме, вызывает ломкость костей; уменьшает адсорбцию P, что ведет к снижению уровня АТФ и нарушению процесса фосфорилирования; снижение уровня Fe в крови, анемия

Токсичность: токсическая доза – 5 г; соли Al токсичны, парализуют нервную систему

Способствует усвоению: старение, гипервитаминоз D, алкоголь

АРГОН (Ar, 18)

Содержание в человеческом организме: очень низкое

Биологическая роль: отсутствует, не токсичен, но может вызвать асфиксию

АСТАТ (At, 85)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует, токсичен из-за радиоактивности

БАРИЙ (Ba, 56)

Содержание в человеческом организме: 22 мг; кровь – 0,068 мг/л;

костная ткань – $3 \cdot 10^{-4}\%$; мышечная ткань – $0,09 \cdot 10^{-4}\%$

* повышенная концентрация отмечена в пигментной оболочке глаза

Биологическая роль:

- вытесняет из костей Ca и P;
- слабый мутаген;
- стимулятор;

Суточная потребность: 0,6-1,7 мг

Избыток: гиперстимуляция мышц, бурная перистальтика, гипертония, судороги, конвульсии и нарушения сердечной деятельности; уродская болезнь (повышенная ломкость и уродства костей) и остеопороз

Токсичность: токсичен, действует как сердечный яд; токсическая доза – 200 г; летальная доза – 3,7 г; особенно токсичны родентициды

БЕРИЛЛИЙ (Be, 4)

Содержание в человеческом организме: 0,036 мг; кровь – $< 1 \cdot 10^{-5}$ мг/л
костная ткань – $0,3 \cdot 10^{-6}$ %; мышечная ткань – $0,75 \cdot 10^{-7}$ %

Биологическая роль: отсутствует;

- замещает Mg, Ca и P в ферментах и других органических соединениях;
- влияет на иммунный статус;
- аллерген; канцероген; тератоген

Источники: газообразные выбросы

Суточная потребность: 0,01 мг

Избыток: связывает фосфаты в кишечнике в трудно растворимый фосфат бериллия, делая невозможным усвоение фосфатов организмом, развивается «бериллиевый» рахит; пары и пыль вызывают заболевание легких (бериллиоз или «бериллиевая» пневмония)

Токсичность: очень токсичен, также токсичны и его соединения

БОР (B, 5)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – 0,13 мг/л; костная ткань – $1,1-3,3 \cdot 10^{-4}$ %;
мышечная ткань – $0,33-1 \cdot 10^{-4}$ %

Биологическая роль: важен для различных форм жизни:

- оказывает влияние на активность некоторых ферментов (угнетает каталазу), витаминов (инактивирует витамины B₂ и B₁₂);
- усиливает действие инсулина;
- необходим для усвоения Ca;
- обладает гонадотропным действием;
- сохраняет кости в старческом возрасте;
- необходим для регуляции процессов дыхания;
- тератоген

Источники: яйца, виноград, яблоки, груши, миндаль, сливы, морковь, листья овощей, кабачки, патиссоны, вино, пиво

Суточная потребность: 1-3 мкг

Недостаток: остеопороз, нарушение обмена веществ

Избыток: борные энтериты, замедление усвоения I и витамина C; дистрофические изменения в печени, поджелудочной железе и семенниках

Токсичность: токсичен, токсическая доза – 4 г;

- * вдыхание даже незначительного количества паров боранов вызывает головную боль, тошноту;
- * повышенные концентрации борной кислоты при попадании в организм поражают печень, желудочно-кишечный тракт, почки и мозг.

Способствует усвоению: достаточное количество Ca в организме, алкоголь

БРОМ (Br, 35)

Содержание в человеческом организме: 260 мг; кровь – 4,7 мг/л;
костная ткань – $6,7 \cdot 10^{-4}\%$; мышечная ткань – $7,7 \cdot 10^{-4}\%$

Биологическая роль:

- составная часть различных тканей организма (наибольшее количество в гипофизе, спинном мозге);
- усиливает процесс торможения в центральной нервной системе, оказывает седативное действие;
- активизирует липазу, пепсин;
- усиливает гормональную активность коры надпочечников, угнетает функцию щитовидной железы;
- участвует в регуляции уровня сахара в крови;
- регулирует половое возбуждение;
- способен нарушать структуру ДНК и вызывать ее денатурацию

Источники: поваренная соль, морепродукты, дыня

Суточная потребность: 0,8-24 мг

Недостаток: повышенная утомляемость, апатия; нарушения обмена веществ, особенно жирового

Избыток: подавляет сексуальное возбуждение; вызывает снижение остроты слуха, зрения, чувствительности; значительный избыток вызывает кому с псевдопаралитическим синдромом

Токсичность: токсическая доза – 3 г, Br^- мало токсичен, Br_2 очень токсичен, летальная доза – более 35 г

ВАНАДИЙ (V, 23)

Содержание в человеческом организме: 0,11 мг; кровь – $< 0,0002$ мг/л
костная ткань – $0,35 \cdot 10^{-6}\%$; мышечная ткань – $2 \cdot 10^{-6}\%$

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни, включая человека;

- участвует в регуляции жирового обмена и синтезе триглицеридов;
- участвует в процессах минерализации костей;
- стимулятор, является катализатором ряда окислительно–восстановительных реакций;
- играет роль в метаболизме глюкозы и глутамина

Источники: питьевая вода, овощи, злаки, моллюски, газообразные выбросы, особенно после сжигания жидкого топлива

Суточная потребность: 0,04 мг

Избыток: конъюнктивиты, риниты и фарингиты, устойчивый кашель; аллергические реакции

Токсичность: токсическая доза – 0,25 мг, летальная доза 2-4 мг

ВИСМУТ (Bi, 83)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико;
кровь – 0,016 мг/л; костная ткань – $< 0,2 \cdot 10^{-4}\%$;
мышечная ткань – $0,32 \cdot 10^{-5}\%$

Биологическая роль:

- способен связываться с иммуноглобулинами, снижая их содержание;
- соли Bi угнетают амино- и корбопептидазы;
- тератоген, вызывает энцефалопатию плода

Суточная потребность: 0,005-0,02 мг

Избыток: набухание слизистой оболочки рта, серая кайма на деснах, выпадение зубов, язвенный стоматит; токсический гепатит, недостаточность функций почек; периферические невриты; остеопороз

Токсичность: нетоксичен, токсичны растворимые соединения.

ВОДОРОД (H, 1)

Содержание в человеческом организме: 7 кг; костная ткань – 5,2 %;
мышечная ткань – 9,3 %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- входит в состав воды, которая является жидкой средой организма, составляя 60 % от массы тела; различные ткани отличаются по количеству воды в своем составе: мозг – 81 %, кровь – 80 %, печень – 70 %, мышцы – 50-75 %, хрящи – 60 %, кости – 30%.
- входит в состав жиров (4,9 %), белков (10 %), углеводов (6,18 %), нуклеиновых кислот и других органических соединений;
- является необходимым реагентом окислительно–восстановительных реакций, источник протонов водорода

Источники: вода, пищевые продукты

Суточная потребность: ≈ 3 л воды

Токсичность: молекулярный водород нетоксичен, но и не поддерживает жизнь; токсичны соединения H_2O_2 , D_2O_2

ВОЛЬФРАМ (W, 74)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;
кровь – 0,001 мг/л; костная ткань – $0,25 \cdot 10^{-7}\%$

Биологическая роль: мало изучена

- конкурирует с Mo, угнетая активность ряда дыхательных ферментов;
- влияет на специфические функции женского организма;
- тератоген; мутаген

Суточная потребность: 0,001-0,015 мг

Избыток: заболевания желудочно-кишечного тракта и верхних дыхательных путей; вегетативные дисфункции с нарушением терморегуляции

Токсичность: данные отсутствуют; летальная доза – > 30 мг

ГАДОЛИНИЙ (Gd, 64)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует, малотоксичен, стимулятор

ГАЛЛИЙ (Ga, 31)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – < 0,08 мг/л; мышечная ткань – $0,14 \cdot 10^{-6}\%$

Биологическая роль: отсутствует; стимулятор

Токсичность: малотоксичен

ГАФНИЙ (Hf, 72)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют

Биологическая роль: отсутствует, не токсичен

ГЕЛИЙ (He, 2)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но не велико

Биологическая роль: отсутствует, не токсичен, но может вызывать асфиксию

ГЕРМАНИЙ (Ge, 32)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – 0,44 мг/л; мышечная ткань – $0,14 \cdot 10^{-4}\%$

Биологическая роль: отсутствует, стимулятор

ГОЛЬМИЙ (Ho, 67)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но не велико

Биологическая роль: отсутствует, мало токсичен, стимулятор

ДИСПРОЗИЙ (Dy, 66)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но не велико

Биологическая роль: отсутствует, мало токсичен, стимулятор

ЕВРОПИЙ (Eu, 63)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но не велико

Биологическая роль: отсутствует, мало токсичен

ЖЕЛЕЗО (Fe, 26)

Содержание в человеческом организме: 4,2 г; кровь – 447 мг/л;

костная ткань – $0,03-3,8 \cdot 10^{-2}\%$; мышечная ткань – $1,8 \cdot 10^{-2}\%$

* около 20% Fe организма депонировано в печени, селезенке, костном мозге и представляет собой «физиологический резерв» железа.

Биологическая роль: существенно важен для всех форм жизни:

- входит в состав гемоглобина крови, необходим для «сцепки» его с кислородом; входит в состав мышечного миоглобина, стимулируя клеточное дыхание;
- входит в состав окислительных ферментов, транспортируя электроны (каталазы, пероксидазы, цитохрома и др.); входит в активный центр ряда других ферментов (гидролаз, супероксиддисмутаза);
- стимулирует внутриклеточные процессы обмена;
- является составной частью протоплазмы и клеточных ядер;
- необходим для нормального функционирования иммунной системы: белок трансферрин входит в состав лимфоцитов;
- повышает тонус организма и потенцию

Источники: сушеные грибы, красное мясо (особенно кролика), темное мясо птицы (особенно индейки), печень (особенно свиная), почки, пшеничная крупа, гречка, бобовые (особенно фасоль), овощи (особенно цветная капуста), фрукты (особенно дыня и чернослив), какао, черника

* плохо усваивается из животной пищи, еще хуже из растительной

Суточная потребность: 6-40 мг: 14 мг для мужчин, 18 мг для женщин, 38 мг для беременных и 33 мг для кормящих женщин

* 10 % Fe ежедневно теряется со слущивающимся эпителием и желчью

Недостаток: анемия; отеки; ослабление иммунной системы и частые простудные заболевания; переутомление, раздражительность, бессонница, головная боль; «мушки» перед глазами, немеют руки и ноги; кожа сухая, ногти ломкие с поперечной исчерченностью; импотенция

* дефицит чаще наблюдается у детей в периоды интенсивного роста, при больших кровопотерях

Избыток: ослабление иммунной системы, избыток железа откладывается в печени, поджелудочной железе и сердечной мышце; снижает усвоение Zn; вызывает аритмию

* гиперминералоз часто наблюдается у детей до 3 лет при передозировке витаминных препаратов

Токсическая доза: 150-200 мг, летальная доза – 7-35 г

Способствует усвоению: лук-порей, орехи, горох, яблоки, тушеные овощи, витамины В₂, В₆, фолиевая кислота, Си

Препятствует усвоению: сладкий чай, кофе, пшеница, особенно зерновые продукты тонкой обработки (булки, батоны ...), продукты с повышенным содержанием Са, Р, Zn.

ЗОЛОТО (Au, 79)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико;
кровь – $(0,1-4,2) \cdot 10^{-4}$ мг/л; костная ткань – $0,016 \cdot 10^{-4}$ %

Биологическая роль: отсутствует; стимулятор

- влияет на работу тестикул (мужских половых желез);
- влияет на гемопоэз

Суточная потребность: данные отсутствуют, но невелика

Избыток: увеличивает риск импотенции; аллергодерматиты

* «Никогда не приближай золота к сердце своему, к желудку, печени и разуму, ибо оно сначала испортит отхождение черной желчи, а затем убьет в тебе мужчину»
Авиценна

Токсичность: нетоксичен

ИНДИЙ (In, 49)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;
мышечная ткань – $0,015 \cdot 10^{-4}$ %

Биологическая роль: отсутствует; стимулятор; тератоген

Суточная потребность: данные отсутствуют, но доза невелика

Токсическая доза: 30 мг; летальная доза – > 200 мг

ИРИДИЙ (Ir, 77)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;
мышечная ткань – $2 \cdot 10^{-9}$ % ?

Биологическая роль: отсутствует;

Токсичность: малотоксичен

ИТТЕРБИЙ (Yb, 70)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико;

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен; стимулятор

ИТТРИЙ (Y, 39)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – 0,0047 мг/л; костная ткань – $0,07 \cdot 10^{-4}$ %;

мышечная ткань – $0,02 \cdot 10^{-4}$ %

Биологическая роль: отсутствует; предположительно канцероген;

Суточная потребность: 0,016 мг

Токсичность: малотоксичен

ЙОД (I, 53)

Содержание в человеческом организме: 20 – 50 мг; кровь – 0,057 мг/л;

костная ткань – $0,27 \cdot 10^{-4}$ %; мышечная ткань – $(0,05-0,5) \cdot 10^{-4}$ %

Биологическая роль: важен для многих форм жизни:

- входит в состав гормонов щитовидной железы – тироксина, дийодтирозина, трийодтиронина и др., которые влияют на деятельность центральной нервной системы, рост и общее развитие организма;
- регулирует уровень основного обмена;
- повышает устойчивость организма к различным заболеваниям и холоду;
- необходим для проявления полового влечения и нормальной потенции, и зачатия;
- способен нарушать структуру ДНК и вызывать ее денатурацию

Источники: йодированная соль, морская капуста, морепродукты, печень трески, рыбий жир, грибы, овощи, чеснок, вода, воздух

* наиболее успешно усваивается в виде органического соединения с молочным белком («йод Флоренского»)

* от 20 до 60 % теряется при длительном хранении продуктов или тепловой обработке пищи

Суточная потребность: 0,15-0,2 мг, резко возрастает во время беременности и кормления (до 200мкг), 50 мкг для грудных детей, 90 мкг для детей от 1 года до 7 лет, 120 мкг для детей от 7 до 12 лет

Недостаток: вызывает болезни щитовидной железы – гипотироз, эндемический зоб, микседему, кретинизм; шелушение и сухость кожи; может быть причиной раннего токсикоза беременных, угрозы выкидыша и преждевременных родов; нарушения интеллекта

* если в популяции у 15-20% имеется зоб, общий уровень интеллекта популяции снижен примерно на 10-15%

* «скрытый йодный дефицит» на нашей планете испытывает 1,5 миллиарда человек, в том числе 70 % россиян

Избыток: йодиндуцированный гипертиреоз, ослабление синтеза йодных соединений

Токсичность: токсичен в виде I_2 , токсическая доза йодида 2 мг, летальная доза йодида 35-350 г

Способствуют усвоению: несбалансированность с Co, Cu, Mn

КАДМИЙ (Cd, 48)

Содержание в человеческом организме: 50 мг; кровь – 0,0052 мг/л;
костная ткань – $1,8 \cdot 10^{-4}$ %; мышечная ткань – $(0,14-3,2) \cdot 10^{-4}$ %

* наибольшее количество кадмия содержится в волосах

* у курильщиков в организме кадмия в среднем больше, чем у некурящих

Биологическая роль: мало изучена;

- угнетает нервно-мышечную передачу;
- тератоген; канцероген

Источники: грибы, продукты растительного происхождения, газообразные выбросы, курение

Суточная потребность: 0,007-3 мг

Избыток: накапливается в почках, вызывая тяжелое отравление и неизлечимые заболевания почек; заболевания половых желез (особенно семенников); болезнь итай-итай (атрофия костей всего скелета)

* выводится из организма длительное время (около 30 лет);

Токсичность: токсичен; токсическая доза – 3-330 мг; летальная доза – 1,5-9 г

Способствует усвоению: недостаток Fe в организме

* наибольшему риску отравления подвергаются женщины, т.к. они в результате менструаций постоянно «теряют» Fe

Препятствует усвоению: витамин D, достаточное количество Fe в крови

КАЛИЙ (K, 19)

Содержание в человеческом организме: 140 г; кровь – 1620 мг/л;

костная ткань – 0,21 %; мышечная ткань – 1,6 %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- ионы калия содержатся во всех клетках и физиологических жидкостях организма в виде солей и сложных органических соединений;
- регулирует кислотно-щелочное равновесие крови, водно-солевой баланс организма, участвует в углеводном обмене и синтезе белков;
- необходим для нормальной работы мышечных клеток, участвует в передаче мышечного импульса, поддерживает тонус мускулатуры;
- необходим для нормальной работы нервной системы, участвует в передаче нервного импульса, улучшает память;
- участвует в поддержании нормального ритма сокращений сердца, регулирует кровяное давление;
- участвует в регулировании степени кислотности желудочного сока;
- активизирует работу ряда ферментов;
- оказывает мочегонное действие;
- обладает защитными свойствами против избытка Na;
- делает кожу упругой

Источники: орехи, морская капуста, мед, листовые овощи, яблоки, сухофрукты, горох, оливы, финики, печеный картофель, бананы, апельсиновый и томатный соки

Суточная потребность: 2-2,7 г, возрастает до 5,0 г при интеллектуальной нагрузке

Недостаток: нарушение сердечно-сосудистой деятельности (аритмия), общая слабость и нервозность, высокая утомляемость и бессонница; мышечная слабость, судороги; жажда и непереносимость сахара; сухая кожа и угри; запоры; повышение уровня холестерина

Избыток: нарушение сердечно-сосудистой деятельности; мышечная слабость; «калиевое торможение», затененное мышление, трудности с речью

Токсичность: токсическая доза – 6 г; летальная доза – 14 г

КАЛЬЦИЙ (Ca, 20)

Содержание в человеческом организме: 1,4% массы тела; кровь – 90 мг/л; костная ткань – 17 %; мышечная ткань – 0,14-0,07 %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- является основным элементом костной ткани ($\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$, CaCO_3) и зубов ($\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)$), усиливает прочность костей и зубов;
- способствует восстановлению клеток всего организма, т.к. является составной частью их ядра, клеточных и тканевых жидкостей, обеспечивает «слипание» слеток при тканеобразовании;
- обеспечивает проницаемость базальных мембран эпителиев;
- необходим для работы мышц и кроветворения;
- участвует в возбуждении и регулировке работы сердца;
- участвует в передаче нервного импульса и мышечном сокращении;
- необходим для нормального свертывания крови, лишенная Ca кровь, не свертывается на воздухе;
- обеспечивает нормальную работу эндокринных желез;
- повышает устойчивость организма к инфекциям;
- нейтрализует вредные для организма кислоты;
- оказывает существенное влияние на усвоение пищи организмом;
- увеличивает продолжительность жизни ?;
- обмен Ca тесно связан с обменом P, Sr, Mg

Источники: молочные продукты, особенно сыры, орехи, сардины, лосось, свекла, фасоль, лук, шпинат и другие листовые овощи, брусника, крыжовник, яйца, гречневая и овсяная крупы, семечки подсолнуха, изюм, абрикосы, кунжут, савойская капуста и брокколи

* Ca практически не теряется при кулинарной обработке

* способен «извлекаться» из костной ткани (до 700 мг в сутки)

Суточная потребность: 800 мг, 1 г дети до 7 лет, 1,4 г до 18 лет, 1,5-2 г беременные и кормящие женщины

* потребность возрастает при повышенном потоотделении, при длительном приеме гормональных препаратов, при заболеваниях крови, кишечника, почек, эндокринных желез, аллергических состояниях;

* в 1,5 возрастает потребность в Са при высокой двигательной активности;

* женщинам «за 30» необходимо принимать до 1 г ежедневно

Недостаток: тяжелые нервные расстройства, сопровождающиеся судорожными явлениями, повышенная возбудимость; размягчение костей (рахит); остеопороз; заболевания паращитовидной, щитовидной желез и надпочечников

Избыток: мочекаменная болезнь; гиперкальциемия, сопровождающаяся беспричинной тошнотой, жаждой, потерей аппетита, частыми мочеиспусканиями и судорогами; образование камней; опухоли легких и молочных желез

Токсичность: нетоксичен

Способствует усвоению: витамин D, продукты, создающие кислую среду в кишечнике (квашеная капуста, лимонный сок...)

Препятствует усвоению: избыток Р (оптимальное соотношение Са:Р – 1:1,5), избыток Mg, Fe, продукты с высоким содержанием жиров, жареное мясо, злаки, щавель, шпинат, какао, отруби

КИСЛОРОД (O, 8)

Содержание в человеческом организме: 62% массы тела;

костная ткань – 28,5 %; мышечная ткань – 16,0 %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- входит в состав воды, белков (17,9 %), жиров (22,4 %), углеводов (49,38 %), нуклеиновых кислот и др.;
- участвует в тканевом и клеточном дыхании: окисляет жиры, белки и углеводы, поступающие с пищей;
- вода является основным компонентом организма;
- обезвреживание токсинов в организме

Источники: воздух, пища, вода

Суточная потребность: 300-400 л (280 мл/мин)

Недостаток: асфиксия, гипоксия, смерть от удушья

Избыток: брадикардия, сосудосуживающий эффект, увеличение сопротивления периферических сосудов, замедление кровотока, усиление свертываемости крови; при давлении 3 атм – безгемоглобиновый способ доставки кислорода, снижение содержания гемоглобина, снижение фагоцитарной активности, снижение скорости усвоения глюкозы и угнетение мозговой деятельности

Токсичность: токсичен в виде O_3

* при увеличении содержания кислорода в воздухе до 30-40 % происходит кислородная интоксикация, сопровождающаяся острым оксидозом, поражением ЦНС, легочным ожогом, кислородной пневмонией.

КОБАЛЬТ (Co, 27)

Содержание в человеческом организме: 14 мг; кровь – 0,0002-0,04 мг/л;
костная ткань – $(0,01-0,04) \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $(0,028-0,65) \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- влияет на рост и развитие организма;
- один из главных компонентов витамина B_{12} ;
- участвует в процессе кроветворения, стимулирует образование эритроцитов и гемоглобина и способствует извлечению Fe из депо, препятствует возникновению малокровия;
- обладает нейрофизиологическим действием: повышает возбудимость адренореактивных систем, снижает чувствительность хеморецепторов к ацетилхолину, угнетает нервно-мышечную передачу, обладает эпилептиформным эффектом;
- активатор ряда ферментов;
- влияет на все виды обмена, участвует в распаде углеводов;
- угнетает дыхание тканей костного мозга, печени, почек;
- канцероген

Источники: печень, молоко, рыба, щавель, бобовые, мед, вода, пиво

Суточная потребность: 0,005-1,8 мг

Недостаток: анокальтоз, злокачественная анемия (малокровие), задержка роста, авитаминоз B_{12} , усиление эндемического зоба

Избыток: полицитомия (увеличение числа форменных элементов крови); гипертиреодизм, сердечная недостаточность, угнетение синтеза витамина B_{12}

Токсичность: токсичны легко растворимые соединения Co, токсическая доза – 500 мг

Способствует усвоению: присутствие Fe

Препятствует усвоению: избыток Cu

КРЕМНИЙ (Si, 14)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – 3,9 мг/л; костная ткань – $17 \cdot 10^{-4} \%$;
мышечная ткань – $(1-2) \cdot 10^{-2} \%$

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни:

- содержится во всех органах и тканях;

- влияет на формирование и прочность соединительных и эпителиальных тканей;
- накапливается в организме в течение жизни;
- некоторые силикаты канцерогенны

Источники: продукты растительного происхождения

Суточная потребность: 18-1200 мг

Недостаток: хрупкие, «неживые» волосы; уменьшение количества Si в крови является генетическим фактором некоторых кожных заболеваний ?;

Избыток: вдыхание пыли, содержащей диоксид кремния (SiO_2) вызывает силикоз легких, при котором поражается весь организм.

Токсичность: нетоксичен; токсичны соединения с водородом (газообразные силаны)

КРИПТОН (Kr, 36)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют; но очень низкое

Биологическая роль: отсутствует; не токсичен; но может вызвать асфиксию

КСЕНОН (Xe, 54)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют; но невелико

Биологическая роль: отсутствует; не токсичен;

ЛАНТАН (La, 57)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

костная ткань – $< 0,08 \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $0,4 \cdot 10^{-7} \%$

Токсичность: данные отсутствуют; летальная доза – 720 мг

ЛИТИЙ (Li, 3)

Содержание в человеческом организме: 0,67 мг; кровь – 0,004 мг/л;

мышечная ткань – $0,023 \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: отсутствует;

- оказывает воздействие на нервную систему, обладая выраженным и продолжительным симпатолитическим действием;
- обладает кардиотоксическим действием;
- способствует выведению из организма следующих за ним в ряду напряжений металлов;
- канцероген, пылевые частицы, содержащие соединения Li, при вдыхании могут вызвать образование злокачественных опухолей;

- тератоген; антидепрессант

Суточная потребность: 0,1-2 мг

Недостаток: способствует маниакально–депрессивным психозам, шизофрении и другим психическим заболеваниям

Избыток: при избыточном введении может вытеснять Na; сонливость, общая слабость, понижение аппетита, жажда, тремор губ, нижней челюсти, рук, дизартрия, гиперрефлексия

Токсичность: токсичны соли Li в больших концентрациях; токсическая доза – 92-200 мг

ЛЮТЕЦИЙ (Lu, 71)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен; стимулятор

МАГНИЙ (Mg, 12)

Содержание в человеческом организме: 19-25 г; кровь – 37,8 мг/л;

костная ткань – $(7-18) \cdot 10^{-2} \%$; мышечная ткань – $9 \cdot 10^{-2} \%$

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни:

- содержится в крови и тканях, главным образом, во внутриклеточном веществе;
- является компонентом ряда ферментов, участвующих в углеводном и фосфорном обмене, в поддержании постоянной температуры тела, в образовании белков;
- поддерживает здоровую минеральную структуру костей;
- участвует в проведении импульса от нервов к мышцам;
- активирует ДНКполимеразу;
- повышает сопротивляемость инфекциям, участвуя в выработке интегринов («клейких» молекул), помогающих иммунным клеткам «приклеиваться» именно там, где это необходимо;
- стимулирует перистальтику кишечника, способствует желчеотделению и выведению холестерина из кишечника;
- отчасти является антагонистом Ca, угнетающе действует на центральную нервную систему, понижая ее возбудимость, усиливая процессы торможения;
- оказывает антиспастическое и сосудорасширяющее действие, понижает артериальное давление, снимает мышечные спазмы, уменьшает менструальные боли;
- содействует выработке допамина, «включающего» сексуальное возбуждение
- антистрессовый микроэлемент

Источники: гречишный мед, цитрусовые, злаки и крупы, финики, инжир и другие сухофрукты, овощи, особенно листовые, горох, козье молоко, яичный желток, семечки

* почти не подвергается изменениям при кулинарной обработке; в овощах большая часть Mg «залегают» непосредственно под кожурой; легче усваивается из молочных продуктов

Суточная потребность: 250-500 мг, повышается при стрессах, атеросклерозе, ишемической болезни сердца, желчнокаменной и гипертонической болезни

Недостаток: заболевания кишечника; симптомы почечной недостаточности?; раздражительность и нарушение эмоционального состояния; подергивание мышц, дрожание рук, мышечные судороги, дрожь и слабость в мышцах; сердечная аритмия, спазмофилия; снижение сопротивляемости организма; нарушение структуры костной ткани; гипертрофия плода; разрушение рибосом; замедление интоксикации алкоголя

Избыток: никак не сказывается на здоровом организме, при болезнях печени может вызывать сонливость, заторможенность, замедление пульса, гипотонию; паралич и асфиксия; вдыхание паров вызывает «литейную лихорадку»

* возникает при нарушении работы почек, иногда при лечении Li

Токсичность: нетоксичен

Препятствует усвоению: избыток Ca (оптимальное соотношение Ca:Mg – 1:0,5)

МАРГАНЕЦ (Mn, 25)

Содержание в человеческом организме: 12 мг; кровь – 0,0016-0,075 мг/л;
костная ткань – $(0,2-100) \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $(0,2-2,3) \cdot 10^{-2} \%$

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни:

- активизирует процессы окисления, протекающие в клетках и тканях, входит в состав металлопротеинового комплекса ферментов (пируватдекарбоксилазы, супероксиддисмудазы и др.);
- способствует нормальному росту и развитию молодых организмов, участвует в росте костей, соединительной ткани, эмбриональном развитии внутреннего уха;
- обладает нейрофизиологическим действием: повышает возбудимость адренореактивных систем, повышает чувствительность хеморецепторов, усиливает охранительное торможение в коре больших полушарий;
- ускоряет синтез ДНК;
- активатор ферментов (карбоксилаза и др.) и энзимов;
- стимулирует синтез холестерина и жирных кислот;
- участвует в кроветворении, синтезе витамина C, инсулина;
- регулирует работу органов репродукции, влияет на сперматогенез;

- вытесняет из организма Fe, замещает Mg в клеточных ферментативных реакциях;
- имеет аллергические эффекты;
- тератоген; мутаген; канцероген ?

Источники: ананасы, темный рис, овес, хлебопродукты, печень, почки, орехи, мята, петрушка, соя, гвоздика, чай

Суточная потребность: 0,4-10 мг до 100 мг

Недостаток: снижается выработка инсулина; остеопороз; анемия при физических нагрузках; усиление эндемического зоба

Избыток: заболевания костной системы; при вдыхании пыли, содержащей Mn развивается «марганцевая» пневмония и поражается центральная нервная система; летаргии, синдром Паркинсона

Токсичность: токсическая доза – 10-20 мг

Способствует усвоению: продукты с высоким содержанием витамина C, алкогольизм

Препятствует усвоению: продукты богатые P, Ca, Fe, Cu

МЕДЬ (Cu, 29)

Содержание в человеческом организме: 72 мг; кровь – 1,01 мг/л;
костная ткань – $(1-26) \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $1 \cdot 10^{-3} \%$

Биологическая роль: важна для некоторых форм жизни:

- является катализатором ряда клеточных процессов, в особенности углеводного обмена; усиливает водный, газовый и минеральный обмен;
- входит в состав медьсодержащих ферментов и энзимов (цитохромоксидаза и др.), витамина B₁;
- блокирует SH-группы белков и ферментов (пепсин, амилаза и др.);
- образует комплексы с белками – купропротеины (цитохромоксидаза, церулоплазмин и др.);
- участвует в кроветворении (эритропоэз, синтез гема);
- стимулирует работу желез внутренней секреции, обладает инсулиноподобным действием;
- обладает нейрофизиологическим действием, повышает возбудимость адренореактивных систем;
- влияет на чувствительность хеморецепторов кровеносных сосудов и внутренних органов;
- повышает проницаемость мембран митохондрий;
- регулирует рост и развитие организма;
- участвует в иммунных реакциях организма, повышая его сопротивляемость;
- необходима для проявления полового влечения и нормальной потенции;
- избыток Cu выводит из тканей Co, Fe и Mg

Источники: чечевица, раки, крабы, печень, хлебопродукты, картофель, чай, кофе, какао, сливы

Суточная потребность: 0,5-6 мг, возрастает при мышечной работе

Недостаток: анемия (тормозится включение Fe в гем), снижение продолжительности жизни эритроцитов; заболевания костной системы; снижаются иммунные возможности организма; прогрессирующая близорукость; тонзиллиты

Избыток: анемия, гемолитическая желтуха, перерождение печени, болезнь Вильсона, возможны аутоиммунные реакции

Токсичность: токсическая доза > 250 мг

Способствует усвоению: творог, сметана, сыр, соя, овсяные хлопья, чернослив, патока, яичные желтки, пиво

Препятствует усвоению: продукты содержащие много витамина C, фрукты, овощи

МОЛИБДЕН (Mo, 42)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – 0,001 мг/л; костная ткань – $< 0,7 \cdot 10^{-4} \%$;

мышечная ткань – $0,018 \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни:

- входит в состав некоторых ферментов (ксантиноксилазы, альдегидоксилазы, сульфатоксидазы), участвуя в тканевом дыхании;
- усиливает фосфорно-кальциевый обмен, влияет на углеводный, пуриновый обмен;
- участвует в синтезе витамина C;
- способствует усвоению Fe;
- предупреждает подагру;
- регулирует внутрисекреторную функцию половых желез, помогая при импотенции и нормализуя менструальный цикл;
- канцероген ? (рак желудка и пищевода); тератоген

Источники: злаки, бобовые, молоко, морковь

Суточная потребность: 0,05-0,35 мг

Недостаток: кариес зубов, малокровие

Избыток: эндемическая подагра или молибденовый токсикоз, болезни сердечно-сосудистой системы; нарушение пуринового обмена

Токсичность: токсичны растворимые соединения; токсическая доза – 5 мг; летальная доза – 50 мг (для крыс)

МЫШЬЯК (As, 33)

Содержание в человеческом организме: 18 мг; кровь – 0,0017-0,09 мг/л;
костная ткань – $(0,8-1,6) \cdot 10^{-4}$ %; мышечная ткань – $(0,009-0,65) \cdot 10^{-4}$ %

* наибольшее количество в волосах

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни:

- в малых дозах стимулятор кроветворения;
- подавляет SH-группы белков и ферментов;
- угнетает окислительные процессы;
- уменьшает выработку тиреотропных гормонов;
- увеличивает синтез белков, глобулинов;
- необходим для проявления полового влечения и нормальной потенции;
- поражает кровеносные сосуды;
- влияет на чистоту кожи и рост волос;
- действует губительно на возбудителей некоторых болезней человека;
- регулирует аппетит;
- канцероген

Источники: вода, пиво, репа, картофель, чеснок, морепродукты, табак, лекарственные препараты

Суточная потребность: 10-15 мкг ?

Недостаток: меланоз кожи, поседение волос; депрессия роста ? и деминерализация костей

Избыток: снижение функций костного мозга и лейкоцитов; потеря аппетита и резкое снижение веса; конъюнктивиты; периферические невриты; гиперкератоз и меланоз кожи

* из органов выводится медленно, годами сохраняется в волосах.

Токсичность: токсичен, токсическая доза – 5-50 мг; летальная доза – 50-340 мг; при отравлении поражается центральная нервная система

НАТРИЙ (Na, 11)

Содержание в человеческом организме: 100 г; кровь – 1970 мг/л;
костная ткань – 1,00 %; мышечная ткань – 0,26-0,78 %

Биологическая роль: важен для большинства форм жизни:

- NaCl участвует в поддержании осмотического давления крови, регулирует кровяное давление;
- регулирует деятельность нервной и мышечной тканей (передача импульса);
- участвует активном транспорте мембран (K/Na- насос);
- соли натрия (NaH_2PO_4 , NaHPO_4 , NaHCO_3) входят в состав буферных систем крови и способствуют поддержанию постоянства концентрации ионов водорода (pH);
- активизирует пищеварительные ферменты;

- задерживает воду в организме;
- участвует в транспорте аминокислот и сахаров;
- между ионами K^+ и Na^+ существует антагонизм: действие первого нивелирует действие второго

Источники: поваренная соль, вода, мясные консервы, соевый соус, сельдерей, морковь, ржаной хлеб

Суточная потребность: 1,0-1,5 г; в 2 раза возрастает при сильном потоотделении

Недостаток: гипонатриемия: потеря аппетита и вкуса, хронический диарея, судороги, спазмы, нервные расстройства, отеки, кожные высыпания, слезливость, мышечная слабость, ухудшение памяти, частые инфекции

Избыток: гипернатриемия: развитие гипертонической болезни, интенсификация процессов склероза; болезни почек (отеки и камни), жажда

Токсичность: нетоксичен

НЕОДИМ (Nd, 60)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен; вызывает раздражение слизистой оболочки глаз

НЕОН (Ne, 10)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но очень низкое

Биологическая роль: отсутствует; не токсичен; но может вызывать асфиксию

НЕПТУНИЙ (Np, 93)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; должен быть токсичен из-за радиоактивности

НИКЕЛЬ (Ni, 28)

Содержание в человеческом организме: 1 мг; кровь – 0,01-0,05 мг/л;
костная ткань – $< 0,7 \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $(1-2) \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни:

- стимулирует процессы кроветворения;
- угнетает нервно-мышечную передачу;
- канцероген

Источники: газообразные выбросы, непосредственный контакт, никелированная посуда

Суточная потребность: 0,3-0,5 мг

Избыток: бронхиальный рак, контактные дерматиты, повышенная ломкость костей

Токсичность: карбонил Ni высокотоксичен, токсическая доза – 50 мг (для крыс)

НИОБИЙ (Nb, 41)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – 0,005 мг/л ?; костная ткань – $< 0,7 \cdot 10^{-4} \%$;

мышечная ткань – $0,14 \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: отсутствует

Суточная потребность: 0,02-0,5 мг

Токсичность: умеренно токсичен

ОЛОВО (Sn, 50)

Содержание в человеческом организме: 14 мг; кровь – $\approx 0,38$ мг/л;

костная ткань – $1,4 \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $(0,33-2,4) \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: важно для некоторых форм жизни:

Источники: консервированная пища и напитки

Суточная потребность: 0,2-3,5 мг

Избыток: головная боль, рвота, светобоязнь, боли в животе, обезвоживание организма и задержка мочи

Токсичность: токсическая доза – 2г; некоторые оловоорганические соединений очень токсичны

ОСМИЙ (Os, 76)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; высоко токсичен, особенно OsO₄

ПАЛЛАДИЙ (Pd, 46)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; не токсичен

ПЛАТИНА (Pt, 78)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; не токсична; соединения вызывают заболевания кожи и органов дыхания

ПЛУТОНИЙ (Pu, 94)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; должен быть токсичен из-за радиоактивности

ПОЛОНИЙ (Po, 84)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; должен быть токсичен из-за радиоактивности

ПРАЗЕОДИМ (Pr, 59)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен, стимулятор

ПРОМЕТИЙ (Pm, 61)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; должен быть токсичен из-за радиоактивности

ПРОТАКТИНИЙ (Pa, 91)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; должен быть токсичен из-за радиоактивности

РАДИЙ (Ra, 88)

Содержание в человеческом организме: $31 \cdot 10^{-9}$ мг; кровь – $6,6 \cdot 10^{-9}$ мг/л;
костная ткань – $4 \cdot 10^{-13}$ %; мышечная ткань – $0,23 \cdot 10^{-13}$ %

Суточная потребность: $2 \cdot 10^{-9}$ мг

Избыток: болезни костей и крови

Токсичность: токсичен из-за радиоактивности

РАДОН (Rn, 86)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; токсичен из-за радиоактивности

РЕНИЙ (Re, 75)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен

РОДИЙ (Rh, 45)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; предположительно канцероген

РТУТЬ (Hg, 80)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – 0,0078 мг/л; костная ткань – $0,45 \cdot 10^{-4}$ %;

мышечная ткань – $(0,02-0,7) \cdot 10^{-4}$ %

* накапливается в волосах, которые являются индикатором в случае угрозы ртутного отравления (10 мг/кг – безопасная доза, 50 мг/кг – отчетливые признаки заболеваний, 300 мг/кг – опасность для жизни)

Биологическая роль: отсутствует;

- блокирует биологически активные группы белковых молекул;
- изменяет мембраны эндоплазматической сети;
- способна включаться в т-РНК;
- активизирует выброс гормонов;
- стимулирует фагоцитарную активность лейкоцитов;
- участвует в терморегуляции?
- тератоген; мутаген;
- является антагонистом I

Источники: продукты животного и растительного происхождения, чай, рыба

Суточная потребность: 0,004-0,02 мг

Избыток: меркуриализм: поражается нервная система, желудочно-кишечный тракт, происходят изменения в крови, возможны стоматиты и рыхлость десен; облысение; болезнь Минимата (ограничение полей зрения, вплоть до слепоты, нарушение координации движений);

* признаком ртутного избытка является металлический привкус во рту

Токсичность: токсична, также токсичны и ее соединения, метилртуть высокотоксична

Препятствует усвоению: достаточное количество Se

РУБИДИЙ (Rb, 37)

Содержание в человеческом организме: 680 мг; кровь – 2,49 мг/л;

костная ткань – $(20-70) \cdot 10^{-4}$ %; мышечная ткань – $(0,1-5) \cdot 10^{-4}$ %

* в организме мужчин содержание несколько больше

Биологическая роль: отсутствует;

- является спутником К, поэтому содержится в мышцах и эритроцитах, является ионным антагонистом K^+ ;
- стимулятор

Суточная потребность: 1,5-5 мг

Избыток: нарушение работы нервной системы; понижение артериального давления; нарушение деятельности почек и желудочно-кишечного тракта

Токсичность: сравнительно мала

Способствует усвоению: дефицит К

РУТЕНИЙ (Ru, 44)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; RuO_4 высокотоксичен

САМАРИЙ (Sa, 62)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен; стимулятор

СВИНЕЦ (Pb, 82)

Содержание в человеческом организме: 7-15 мг; кровь – 0,21 мг/л;

костная ткань – $(3,6-30) \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $(0,23-3,3) \cdot 10^{-4} \%$;

Биологическая роль: отсутствует;

- может накапливаться в скелете, замещая Са;
- является гемолитическим ядом: снижает содержание гемоглобина в крови на 50%, вызывая свинцовую анемию;
- способен «включаться» в различные клеточные ферменты, нарушая их функционирование (ингибируя);
- тератоген; канцероген

Источники: рыба, морепродукты, продукты растительного происхождения, газообразные выбросы, особенно автомобилей

Суточная потребность: 0,06-0,5 мг

Избыток: замедление роста, особенно опасно в возрасте 6-8 лет; поражение центральной нервной системы, задержка ее развития, замедление темпов интеллектуального развития, повышенная агрессивность; поражение желудочно-кишечного тракта, запоры; поражение печени и др. органов; вызывает потерю слуха; ухудшение сумеречного зрения; вызывает обменные и эндокринные нарушения; вызывает профессиональные заболевания.

* признаком избытка в организме является черная свинцовая кайма у десен

Токсичность: Pb и его соединения очень токсичны; токсическая доза – 1 мг; летальная доза – 10 г;

СЕЛЕН (Se, 34)

Содержание в человеческом организме: 14 мг; кровь – 0,171 мг/л;
костная ткань – $(1-9) \cdot 10^{-4}$ %; мышечная ткань – $(0,42-1,9) \cdot 10^{-4}$ %

* в организме мужчин содержание Se несколько больше, чем у женщин

Биологическая роль: важен для некоторых форм жизни:

- является антиокислителем, защищая организм от действия активных радикалов, в том числе атомарного кислорода и перекисей;
- положительно влияет на сердечно-сосудистую систему, способствует кровоснабжению сердца;
- стимулирует образование эритроцитов;
- выстраивает «силовые связки» в нужных местах мышц;
- повышает иммунные свойства организма;
- борется с вредными веществами в печени;
- может замещать S в различных органических соединениях;
- защищает витамин E и липиды биологических мембран от разрушения;
- стимулирует синтез серусодержащих аминокислот и белков;
- необходим для проявления полового влечения и нормальной потенции;
- канцероген или предотвращает рак?; тератоген;
- действует омолаживающе, делая кожу гладкой, а волосы блестящими

Источники: яйца, молоко, чеснок, кукуруза, вода, морепродукты, табак

Суточная потребность: 0,006 – 0,2 мг

Недостаток: бесплодие и импотенция; подверженность аллергическим заболеваниям; ускоряется старение кожи и ломкость волос; потенцирует действие йододефицита

Избыток: угнетает процессы тканевого дыхания и окислительно-восстановительные ферменты; заболевания сердечно-сосудистой системы; заболевания ногтей; алкалоз (сонливость, исхудание)

Токсичность: токсическая доза – 5 мг

Препятствует усвоению: сахар, сладкое питье

СЕРА (S, 16)

Содержание в человеческом организме: 140 г; кровь – 1800 мг/л;
костная ткань – 0,05-0,24 %; мышечная ткань – 0,5-1,1 %

Биологическая роль: важна для всех форм жизни:

- является структурным компонентом почти всех белков, некоторых аминокислот (цистеин, цистин, метионин), витаминов, биологически активных веществ (гистамин, биотин и др.);
- является структурным компонентом инсулина и других гормонов, тем самым участвует в обмене веществ;
- активизирует некоторые протеолитические ферменты, входит в активные центры молекул ряда ферментов в виде SH-групп;
- необходима для нормальной работы печени;
- участвует в свертывании крови;
- участвует в синтезе коллагена, входит в состав хрящевой ткани, волос, ногтей;
- обладает лекарственными эффектами (серные мази применяют при кожных заболеваниях)

Источники: мясо, рыба, молоко, белокочанная и цветная капуста, лук, салат, шпинат, морковь, репа, хрен, горчица, бобовые

Суточная потребность: 850-1500 мг

Недостаток: тусклые, не блестящие волосы, облысение; хрупкость и ломкость костей; снижение уровня сульфатаз в организме приводит к энзимопатиям

Избыток: заболевания дыхательных путей, ложный круп; у маленьких детей – «обструктивный бронхит»; конъюнктивиты; изменения печени

Токсичность: не токсична, многие соединения токсичны, например, сероводород – нервно-сердечный яд, SO₂ и влага воздуха образуют «кислотные дожди»

СЕРЕБРО (Ag, 47)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – < 0,003 мг/л; костная ткань – (0,01-0,44)·10⁻⁴ %;

мышечная ткань – (0,009-0,28)·10⁻⁴ %

Биологическая роль: отсутствует;

- обладает бактерицидным действием;
- улучшает иммунные возможности организма;
- предположительно канцероген или тормозит образование опухолевой ткани?

Источники: молоко козье, яичный желток, яблоки

Суточная потребность: 0,0014-0,08 мг

Токсичность: токсическая доза – 60 мг; летальная доза – 1,3-6,2 г

Избыток: аргерия (накопление Ag в слизистых оболочках и коже, которые приобретают серый цвет); вдыхание пыли, содержащей Ag – «шоковое легкое» с тяжелой легочной недостаточностью

СКАНДИЙ (Sc, 21)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – $\approx 0,008$ мг/л; костная ткань – $\approx 1 \cdot 10^{-7}$ %

Биологическая роль: отсутствует; предположительно канцероген

Суточная потребность: $\approx 0,00005$ мг

Токсичность: малотоксичен

СТРОНЦИЙ (Sr, 38)

Содержание в человеческом организме: 320 мг; кровь – 0,031 мг/л;

костная ткань – $(0,35-1,4) \cdot 10^{-2}$ %; мышечная ткань – $(0,12-0,35) \cdot 10^{-4}$ %

Биологическая роль: отсутствует;

- участвует в костеобразовании, концентрируется в костях, может замещать Ca;
- активизирует ряд ферментов (каталазы, карбоангидразы и др.)

Источники: вода, зерновые, листовые овощи (укроп, петрушка)

Суточная потребность: 0,8-5 мг

Избыток: «стронциевый» рахит (в местностях, где питьевая вода содержит повышенное количество Sr), хондро- и остеоидистрофия, урловская болезнь (повышенная ломкость и уродства костей)

Токсичность: ионы Sr токсичны

Препятствует накоплению: достаточное количество F

СУРЬМА (Sb, 51)

Содержание в человеческом организме: 0,09 г; кровь – 0,0033 мг/л;

костная ткань – $(0,01-0,6) \cdot 10^{-4}$ %; мышечная ткань – $(0,42-19,1) \cdot 10^{-6}$ %

Биологическая роль: отсутствует; стимулятор; канцероген

- является элементом спутником As

Источники: молоко, рыба, шпинат

Суточная потребность: 0,002-1,3 мг

Избыток: при вдыхании паров развивается сурьмяная «литейная лихорадка»; увеличение числа гинекологических заболеваний; у мужчин нарушение половой функции; пневмосклероз

Токсичность: токсична, токсическая доза – 100 мг

ТАЛЛИЙ (Tl, 81)

Содержание в человеческом организме: 0,1 мг; костная ткань – $2 \cdot 10^{-7}$ %; мышечная ткань – $7 \cdot 10^{-6}$ %; кровь – 0,00048 мг/л

Биологическая роль: отсутствует;

- способен замещать К и конкурировать с ним за место в биологических мембранах;
- тератоген

Источники: капуста, шпинат, лук-порей

Суточная потребность: 0,0015 мг

Токсичность: летальная доза – 600 мг

ТАНТАЛ (Ta, 73)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико;

костная ткань – $\approx 0,03 \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: отсутствует

Суточная потребность: 0,001 мг

Токсичность: токсичны растворимые соли, летальная доза – 300 мг (для крыс)

ТЕЛЛУР (Te, 52)

Содержание в человеческом организме: 7-8 мг;

кровь – 0,0055 мг/л?; мышечная ткань – $1,7 \cdot 10^{-6} \%$

Биологическая роль: отсутствует;

- может замещать S в различных органических соединениях;
- тератоген

Суточная потребность: 0,1 мг

Избыток: чесночный запах в выдыхаемом воздухе, вегето-сосудистые расстройства, тремор, судороги; явления цистита, цианоз

Токсичность: токсическая доза 0,25 мг; летальная доза – 2 г

ТЕРБИЙ (Tb, 65)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен

ТЕХНЕЦИЙ (Tc, 43)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; должен быть токсичен из-за радиоактивности

ТИТАН (Ti, 22)

Содержание в человеческом организме: ≈ 9 мг;
кровь – 0,054 мг/л; мышечная ткань – $(0,9-2,2) \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: отсутствует; стимулятор; предположительно канцероген

Суточная потребность: 0,8 мг

Токсичность: малотоксичен

ТОРИЙ (Th, 90)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;
кровь – 0,00016 мг/л; костная ткань – $(0,2-1,2) \cdot 10^{-6} \%$

Биологическая роль: отсутствует; токсичен из-за радиоактивности

Суточная потребность: 0,00005-0,003 мг

Токсичность: мало токсичен

ТУЛИЙ (Tm, 69)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует; малотоксичен; стимулятор

УГЛЕРОД (C, 6)

Содержание в человеческом организме: 21 % от массы тела;
костная ткань – 36 %; мышечная ткань – 67 %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- входит в состав белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот, гормонов, ферментов, витаминов и др.;
- углекислота крови возбуждает дыхательный центр, расширяет мозговые сосуды, повышает возбудимость сердечной мышцы;
- гидрокарбонаты калия и натрия входят в состав буферных систем крови и тканей, поддерживающих pH организма;
- уксусная кислота принимает участие в синтезе холестерина

Источники: пищевые продукты, воздух, минеральные воды

Суточная потребность: 300 г с пищей

Недостаток: в пище – общее истощение организма, снижение мозговой деятельности

Избыток: при повышенном содержании CO_2 – кислородное голодание

Токсичность: в свободном виде не токсичен, токсичны соединения (CO , CO_2 , HCN , CS_2 , COCl_2 и др.)

УРАН (U, 92)

Содержание в человеческом организме: 0,09 мг; кровь – $5 \cdot 10^{-4}$ мг/л;
костная ткань – $(0,016-70) \cdot 10^{-7}$ %; мышечная ткань – $9 \cdot 10^{-8}$ %

Биологическая роль: отсутствует;

- является общеядовитым ядом; опасен из-за радиоактивности

Суточная потребность: 0,001-0,002 мг

Токсичность: летальная доза – 35 мг (для крыс)

ФОСФОР (P, 15)

Содержание в человеческом организме: 780 г; кровь – 345 мг/л;
костная ткань – 6,7-7,1 %; мышечная ткань – 0,3-0,85 %;

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- входит в состав белков, витаминов, нуклеиновых кислот, ферментов, фосфолипидов и др.;
- участвует в образовании макроэргических соединений (АТФ, креатин-фосфат);
- участвует в формировании костной ткани ($\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$, CaCO_3) и зубов ($\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)$);
- активно участвует в обмене белков, жиров, углеводов;
- играет ведущую роль в обменных процессах, протекающих в мышцах;
- гидрофосфаты К и Na входят в состав буферных систем крови и тканевых жидкостей, поддерживающих рН организма;
- необходим для нормальной работы центральной нервной системы;
- стимулирует процессы запоминания;
- усиливает потенцию, его недостаток отрицательно влияет на количество и качество спермы

Источники: яйца, жирный творог, рыба, ржаной хлеб, орехи, фасоль, горох, соя, кукуруза, листовые овощи (шпинат, салат, капуста)

Суточная потребность: 1,2 г; новорожденным – 0,12г, детям до 1 года – 0,8 г, до 10 лет – 1,65 г, до 15 лет – 1,7-1,8 г, беременным и кормящим женщинам – 1,5 г

Недостаток: гипофосфатемия, характеризующаяся торможением образования макроэргических соединений, РНК, ДНК, задержкой минерализации костей (рахит, остеомаляция, остеопороз, кариес зубов); снижение показателей работы нервной системы и интеллектуальной деятельности; снижение репродуктивных возможностей спермы; потеря аппетита

Избыток: гиперфосфатемия, приводящая к фосфорнокислой подагре (отложение фосфорнокислого кальция в мягких тканях и суставах), болезни Педжета (деформация костей из-за неравномерного отложения солей Ca и P), мочекаменная болезнь.

Токсичность: фосфаты нетоксичны; P_4 и многие соединения Р высокотоксичны, летальная доза P_4 – 60 мг; радиоактивный Р-32 способен концентрироваться в пищевых цепях (биологическое накопление)

Способствует усвоению: продукты, богатые кальцием

Препятствует усвоению: пшеничный хлеб и крупы из хлебных злаков, хронический алкоголизм; избыток Са, Мп

* обмен Р очень тесно связан с обменом Са, оптимальное соотношение Са: Р – 1:1,5.

ФРАНЦИЙ (Fr, 87)

Содержание в человеческом организме: нулевое

Биологическая роль: отсутствует; должен быть токсичен из-за радиоактивности

ФТОР (F, 9)

Содержание в человеческом организме: 2,6 г; кровь – 0,5 мг/л;

костная ткань – 0,2-1,2 %; мышечная ткань – $0,05 \cdot 10^{-4}$ %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- участвует в процессе образования костей и зубов ($Ca_5F(PO_4)$) и тканей эктодермального происхождения (волос, ногтей, эпидермиса);
- оказывает влияние на ферментативные процессы: снижает обмен углеводов, жиров, нормализует фосфорно-кальциевый обмен;
- угнетает тканевое дыхание;
- влияет на иммунобиологическое состояние организма;
- влияет на уровень биологически активных веществ (кинины, катехоламины) в организме;
- угнетает функцию щитовидной железы, т.к. является антагонистом I;
- тормозит биосинтез сахаридов, необходимых для бактерий, способствующих развитию кариеса;
- усиливает адаптацию к холоду;
- препятствует накоплению Sr

Источники: питьевая вода, морепродукты, морская рыба, орехи, печень, овсяная крупа, баранина, говядина, зубная паста

Суточная потребность: до 3 мг (1/3 с пищей, 2/3 с водой)

Недостаток: кариес зубов, неравномерность роста костей; снижение иммунитета

Избыток: «крапчатость» эмали зубов или флюороз (изъеденность и ломкость костей и зубов), остеопороз (разрыхление костей), кальцификация тканей; потеря чувствительности; нарушение процессов окисления и общее исто-

щение организма; снижение уровня гемоглобина крови; угнетение образования коллагена; костная резорбция и кальцификация сосудов

* накапливается в большей степени в растущих организмах

Токсичность: некоторые соединения, например HF и газообразный F₂, очень токсичны; токсическая доза – 20 мг (F⁻), летальная доза – 2г (F⁻);

Препятствует усвоению: витамин С

ХЛОР (Cl, 17)

Содержание в человеческом организме: 95 г; кровь – 2890 мг/л;

костная ткань – 0,09 %; мышечная ткань – 0,2-0,52 %

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- активизирует некоторые ферменты;
- влияет на электропроводность клеточных мембран;
- принимает участие в регуляции осмотического давления крови и нормализации водного обмена, поддерживает кислотно-щелочное равновесие;
- служит источником для образования соляной кислоты в желудке;
- участвует в передаче нервного импульса;
- способствует отложению гликогена;
- влияет на рост волос и ногтей;
- способен нарушать структуру двойной спирали ДНК и вызывать ее денатурацию;
- обладает бактерицидным действием

Источники: поваренная соль, капуста, печень трески, яичный желток, сыр, шпинат, помидоры

Суточная потребность: 3,0-6,6 мг

Недостаток: гипохлоремия (нарушение функций желудочно-кишечного тракта вследствие пониженной активности желудочного сока и слюны), повышенная утомляемость, спутанное дыхание

Избыток: гиперхлоремия (повышение кислотности желудочного сока, расстройства пищеварения), повышение общей кислотности организма, снижение аппетита, перевозбуждение нервной системы

Токсичность: газообразный Cl (Cl₂) и многие другие соединения Cl очень токсичны

Препятствует усвоению: лечение диуретиками, болезни почек

ХРОМ (Cr, 24)

Содержание в человеческом организме: 6-12 мг; кровь – 0,006-0,11 мг/л;

костная ткань – (0,1-3,3)·10⁻⁴ %; мышечная ткань – (2,4-8,4)·10⁻² %

* уровень Cr в тканях с возрастом снижается

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- стимулятор;
- фактор толерантности к глюкозе, обеспечивает организм энергией для превращения углеводов в глюкозу;
- способствует снижению уровня холестерина в крови;
- входит в состав фермента, который ускоряет усвоение инсулина;
- канцероген, особенно трех- и шестивалентный Cr, попадая в организм в виде паров и пыли вызывают рак легких

Источники: яблоки, устрицы, морские моллюски, отруби, говяжья печень, мясо птицы, перловая крупа, дрожжи, пиво, грейпфрутовый сок, пророщенная пшеница

Суточная потребность: 0,01-1,2 мг

Недостаток: нарушение толерантности к глюкозе; обызвесткование сосудов; диабет (тип II)

* риск развития дефицита Cr высок у беременных и кормящих женщин, т.к. плод усиленно его аккумулирует.

Токсичность: токсичны растворимые соединения, токсическая доза – 200 мг; летальная доза > 3,0 г

Способствует усвоению: продукты, богатые витамином С

Препятствует усвоению: волокнистая пища (морковь, свекла, капуста), продукты богатые Fe и Mn, легкоусвояемые углеводы, систематический прием инсулина

ЦЕЗИЙ (Cs, 55)

Содержание в человеческом организме: 1,25 мг;

кровь – 0,0038 мг/л; костная ткань – $(0,013-0,052) \cdot 10^{-4} \%$

мышечная ткань – $(0,07-1,6) \cdot 10^{-4} \%$;

Суточная потребность: 0,004-0,03 мг

Токсичность: не токсичен

ЦЕРИЙ (Ce, 58)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют;

кровь – < 0,002 мг/л; костная ткань – $2,7 \cdot 10^{-4} \%$

Биологическая роль: отсутствует; стимулятор

Суточная потребность: данные отсутствуют, но очень мала

Токсичность: не токсичен ?

ЦИНК (Zn, 30)

Содержание в человеческом организме: 2-3 г; кровь – 7,0 мг/л;

костная ткань – $(0,75-1,7) \cdot 10^{-2} \%$; мышечная ткань – $2,4 \cdot 10^{-2} \%$

* наибольшее количество в сетчатке глаза, сперме, печени и мышцах

Биологическая роль: важен для всех форм жизни:

- является катализатором клеточных процессов;
- участвует в обмене нуклеиновых кислот и образовании их спиральной структуры;
- входит в состав многих ферментов: карбоангидразы (ускоряющего разложение гидрокарбонатов в крови, обеспечивая скорость процессам дыхания и газообмена), супероксид дисмутаза (разрушающей свободные радикалы), лактатдегидрогеназы, щелочной фосфатазы и др.;
- необходим для образования белков из аминокислот;
- входит в состав инсулина, регулирующего уровень сахара в крови;
- усиливает действие гормонов гипофиза;
- влияет на репродуктивную функцию: улучшает функцию простаты, регулирует уровень тестостерона в крови, необходим для развития половых желез;
- обладает гонадотропным действием, которое проявляется в снижении подвижности сперматозоидов и их способности проникать в яйцеклетку;
- участвует в формировании костной и хрящевой тканей, способствует восстановлению тканей;
- стимулирует работу тимуса, влияет на образование и созревание Т-лимфоцитов; дополнительный прием Zn уменьшает продолжительность простудных заболеваний;
- способствует усвоению и эффективности витаминов группы В;
- необходим для зрения;
- способствует выведению токсинов печенью;
- необходим для образования соляной кислоты желудка;
- способен замедлять развитие раковых опухолей, но может быть и канцерогеном; мутаген;
- антидепрессант

Источники: говядина, птица, печень, различные крупы, крабы, устрицы, креветки, яичные желтки, сыр, бобы, кунжут, тыквенные семечки, овощи и зернобобовые, орехи, кофейные зерна

Суточная потребность: 15-20 мг для мужчин, 12-18 мг для женщин, 20 мг для беременных женщин, 25 мг для кормящих матерей; 4-6 мг для грудных детей

Недостаток: гипогонадизм, нарушение роста, нарушение заживления ран, снижение остроты вкуса и обоняния, вкусовые извращения, изменения аппетита, нарушение иммунитета, подверженность простудным заболеваниям, нарушение менструального цикла, высыпания на коже, тусклые волосы, хронический дефицит Zn – одна из причин карликовости

* риск возникновения дефицита Zn высок у подростков, пожилых людей, у больных с поражениями желудочно-кишечного тракта, после травмы или болезни

Избыток: угнетение окислительных процессов; возможна анемия; снижение сопротивляемости организма, подавление деятельности Т-лимфоцитов и гранулоцитов; вторичный недостаток Cu, повышение уровня холестерина в крови; может вызвать преждевременные роды и рождение мертвого плода; повышает риск развития СПИДа у ВИЧ-инфицированных; нарушения пищеварения

Токсичность: соединения Zn токсичны, особенно хлорид и сульфат; токсическая доза – 150-600 мг; летальная доза 6 г; радиоактивный Zn-65 способен концентрироваться в пищевых цепях (биологическое накопление)

Способствует усвоению: белое сухое вино

Препятствует усвоению: недрожжевое тесто; продукты богатые Cu, Ca и Fe; хронический алкоголизм и наркомания; противозачаточные препараты; прием некоторых лекарств; частые диеты

ЦИРКОНИЙ (Zr, 40)

Содержание в человеческом организме: 250-420 мг; кровь – 0,011 мг/л;
костная ткань – $< 0,1 \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $0,08 \cdot 10^{-4} \%$;

Биологическая роль: отсутствует

- обладает лекарственными эффектами?

Источники: чай, овес, масло, красный перец

Суточная потребность: $\approx 0,05$ мг

Токсичность: не токсичен

ЭРБИЙ (Er, 68)

Содержание в человеческом организме: данные отсутствуют, но невелико

Биологическая роль: отсутствует, малотоксичен; стимулятор

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Абдурахманов Г.М., Зайцев И.В. Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека. – М.: Наука, 2004. – 280 с.
2. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
3. Авцын А.П. Микроэлементы человека // Клиническая медицина. – 1987 – № 6 – 36 с.
4. Андреева Е. Химия жизни. – Л.: Детская литература, 1967. – 190 с.
5. Биологическая роль микроэлементов: отв. ред. В. В. Ковальский, И. Е. Воротицкая. М.: Наука, 1983. – 237 с.
6. Бондарев Л.Г. Микроэлементы – благо и зло. – М.: Знание, 1984. – 144 с.
7. Венчиков А.И. Биотики (к теории и практике применения микроэлементов). – М.: Медгиз, 1962. – 233 с.
8. Войнар А.О. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. – М.: Высшая школа, 1960. – 544 с.
9. Горбачев А.Л., Луговая Е.А., Бульбан А.П. Основы биоэлементологии. – Магадан: Изд-во СВГУ, 2007. – 73 с.
10. Коломийцева М.Г., Габович Р.Д. Микроэлементы в медицине. – М.: Медицина, 1970. – 288 с.
11. Макаров К.А. Химия и здоровье. – М.: Просвещение, 1985. – 144 с.
12. Ноздрюхина Л.Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. – М.: Наука, 1977. – 184 с.
13. Ноздрюхина Л.Р., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. – М.: Наука, 1980. – 280 с.
14. Патологическая физиология; под ред. А.Д. Адо, Л.М. Ишимовой. – М.: Медицина, 1973. – 535 с.
15. Райцес В.С. Нейрофизиологические основы действия микроэлементов // Успехи физиологических наук. – 1975. – № 1 – С. 119-144.
16. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания: В 4-х книгах. Кн. 4. Здоровье и среда, в которой мы живем. – М.: Мир, 1995. 191 с.
17. Теоретические вопросы минерального обмена. – М.: Наука, 1966. – 84 с.
18. Терлецкий Е.Д. Металлы, которые всегда с тобой. Микроэлементы и жизнеобеспечение организма. – М.: Знание, 1986. – 142 с.
19. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 216 с.
20. Хакимов Х.Х., Татарская А.З. Периодическая система и биологическая роль элементов. – Ташкент: Медицина, 1985. – 180 с.
21. Цинк и кадмий в окружающей среде: отв. ред. В.В. Добровольский. – М.: Наука, 1992. – 199 с.
22. Эйхлер В. Яды в нашей жизни. – М.: Мир, 1993. – 188 с.
23. Эмануэль Н.М., Зайков Г.Е. Химия и пища. – М.: Наука, 1986. – 173 с.
24. Эмсли Дж. Элементы. – М.: Мир, 1993. 256 с.

**ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ
В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА**

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Редактор Л.Н.Рогова

Оригинал-макет выполнил К.Л.Попов

Изд. лиц. № 020050 от 23.12.96.

Подписано в печать 20.02.2001. Бумага писчая.

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$. Объем 2,5 п.л.

Тираж 100 экз. Заказ №30

Издательский центр ПГУ

163006, г. Архангельск, пр. Ломоносова, 6. Тел. 44-90-85