

## Неорганические вещества

Всего в организме обнаруживается свыше 70 элементов таблицы Д.И. Менделеева, 47 из них присутствуют постоянно и называются биогенными. Минеральные вещества играют важную роль в поддержании кислотно-основного равновесия, осмотического давления, системе свертывания крови, регуляции многочисленных ферментных систем и пр., т.е. имеют решающее значение в создании и поддержании гомеостаза.

По количественному содержанию в организме они делятся на макроэлементы, если их больше чем 0,01 % от массы тела (K, Ca, Mg, Na, P, Cl) и микроэлементы (Mn, Zn, Cr, Cu, Fe, Co, Al, Se). Основную часть минеральных веществ организма составляют хлористые, фосфорнокислые и углекислые соли натрия, кальция, калия, магния. Соли в жидкостях организма находятся частично или полностью диссоциированным виде, поэтому минеральные вещества присутствуют в виде ионов – катионов и анионов.

Статья с сайта - <http://www.vitamins.ru/doctors/article.aspx?id=1728> :

В нашей стране очень широко распространены дефициты магния, цинка, йода, селена, кальция и ряда других макро- и микроэлементов. В тоже время не следует думать, что баланс минералов всегда отрицательный, дефицитарный. Распространенность избытка химических элементов составляет от 1/10 до 1/6 части всех дисмикроэлементозов, а в промышленных зонах и в некоторых регионах этот показатель выше - до 50%).

У россиян часто встречаются избытки не только токсичного свинца, кадмия и алюминия, но и превышающие норму концентрации железа, ванадия, никеля, хрома, молибдена, бора. В некоторых регионах часто встречаются избытки меди, цинка, фтора, селена, т.е. тех элементов, которые входят во многие, практически в большинство витаминно-минеральных комплексов. На самом деле, эти эссенциальные, то есть жизненно необходимые, микроэлементы должны поступать в организм в ничтожно малых количествах.

**При избыточном поступлении в организм человека железа, меди, селена, ванадия, хрома, молибдена, никеля, бора, марганца, фтора эти минералы становятся токсичными, могут провоцировать серьезные заболевания, а также сдвигать сложную систему сбалансированных взаимоотношений макро- и микроэлементов.**

При нормальном уровне селена в организме никак не показано годами принимать содержащие селен пищевые добавки и препараты. Тем более что в настоящее время в России используется достаточно токсичная форма 6-ивалентного селена - натрия селенит. Натрия селенит входит в состав многочисленных полиминеральных композиций, витаминно-минеральных комплексов, БАД. Многие из них содержат высокие дозы селена, в то время как целевой прием содержащих селен препаратов в лечебных дозировках (более 50-100 мкг) должен осуществляться под строгим врачебным контролем у больных с доказанным дефицитом селена (например, при онкологических болезнях или при селеновой миокардиодистрофии и т.д.).

Более физиологичен прием низкотоксичных форм селена в виде селен-метионина и селен-цистеина (4-хвалентный селен), ведь в пищевых продуктах (сливочное масло, обогащенное селеном, продукты, полученные из растений, выращенных на почвах или в растворах, обогащенных селеном) селен представлен физиологичной, нетоксичной формой. Капуста брокколи, водоросль спирулина, чеснок - природные концентраторы селена. Однако нетоксичные, наиболее физиологичные 2-х валентные фармакологические формы селена, только еще появляются на нашем фармацевтическом рынке (Селекор, Эбселен и др.).

Следует внимательно относиться к 1-ому поколению элементных композиций. Это неорганические соединения типа окись цинка (ZnO), сульфат меди (CuSO<sub>4</sub>), окись магния (MgO), сульфат марганца (MnSO<sub>4</sub>), натрия молибдат (MoNa<sub>2</sub>), хлорид хрома (CrCl<sub>2</sub>) и т.д. Например, MgO (жженная магнезия) плохо подходит для коррекции дефицита магния, потому что ее всасываемость не более 5%. MgO хорошо повышает перистальтику в толстом кишечнике и обеспечивает слабительный эффект. Также проблематично скорректировать дефицит хрома у больного композицией хлорида хрома (CrCl<sub>2</sub>), так как усвоение хрома из этой формы практически отсутствует. Даже при использовании современных биолигандных комплексов с хромом, таких как пиколинат хрома и аминокислотный комплекс с хромом, всасываемость хрома в кишечнике не превышает 1,5-3%.

Для действительно эффективной помощи больному с дефицитом хрома требуется большое упорство и врача и пациента, дополнительная постоянная диетическая коррекция (включение хромсодержащих продуктов - неочищенный бурый рис, дрожжи, цельное зерно, сыр, мясо, телячья печень, яйца, помидоры, цыпленок, кукуруза, грибы, при обязательном сокращении объема употребления простых углеводов (сахар и т.д.).

Если же дефицита хрома у больного нет, длительная, "профилактическая" нагрузка организма дополнительным хромом чревата активацией мутагенеза.

По международным данным и по данным лаборатории фармакологии мутагенеза НИИ Фармакологии РАМН, все металлы с переменной валентностью (медь, хром, железо и т.д.) при назначении их "на авось" могут выступать как промоторы мута- и канцерогенеза.

Давно доказано, что недостатками первого поколения элементорганических солей являются не только низкие всасываемость и усвоение, слабое включение в метаболизм, но и побочные эффекты (привкус металлов во рту, тошнота и рвота). Последние 20 лет прогрессивные фармакологические компании активно переходят на второе поколение элементорганических препаратов, в которых макро- и микроэлементы содержатся в виде органических солей, комплексов с аминокислотами (например, лактат магния, аспарагинат цинка, селен-метионин, хрома пиколинат и т.д.). Изучаются и более перспективные фармакофоры, где микроэлементы непосредственно входят в состав ферментов, находятся в биокординативных связях с нейропептидами (Mn-содержащая супероксиддисмутаза, Mg-креатининкиназа, Zn-карнозин и т.д.).

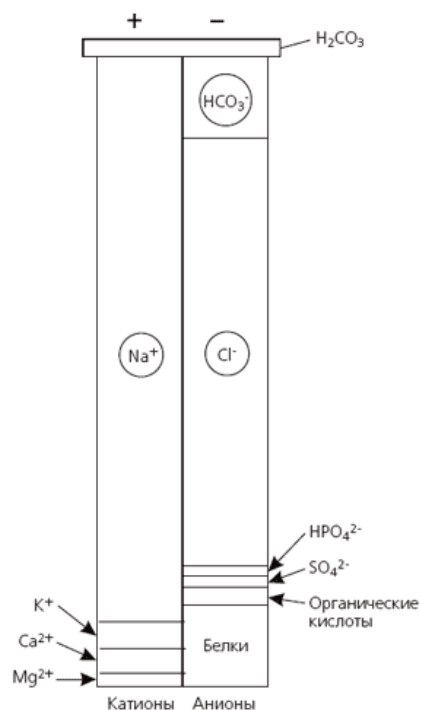
Классификация минералосодержащих препаратов

Поколение	Описание	Примеры
I	Неорганические композиции	Окись магния, сернокислая магнезия, окись цинка, калия хлорид, натрия селенит и т.д.
II	Органические композиции	Лактат магния, аспарагинат цинка, хрома пиколинат, хрома никотинат и т.д.

III	МЭ в комплексе с биологическими лигандами экзогенного происхождения природного и растительного животного происхождения	Витамины (лактат магния в комплексе с пиридоксином), аминокислоты, алкалоиды, бифлавоноиды, ферменты, пигменты в комплексе с МЭ (хлорофил, аналоги гемоглобина и т.д.), препараты растительного происхождения (экстракт Гинкго Билоба и др), Se-метионин и т.д.
IV	МЭ в комплексе с экзолигандами, полными аналогами эндогенных лигандов, в том числе рекомбинантные формы. Комплексы МЭ с нейропептидами, аминокислотами, ферментами, полисахаридами, липидами	Zn-карнозин, Mg-креатининкиназа, Cu-церулоплазмин, Se-протеин, Zn-металлотионеин III, Mn-содержащая супреоксиддисмутаза и т.д.

В идеале проблема целевой лечебной коррекции с учетом антагонистического взаимодействия макро- и микроэлементов между собой решается назначением монопрепаратов (например, лактат магния и хлорофилл - для коррекции установленного дефицита магния, калия йодид - для восполнения дефицита йода, аспарагинат цинка - для лечения дефицита цинка и т.д.). Кроме того, следует помнить о том, что не все микроэлементы хорошо уживаются и с витаминами в одной лекарственной форме (таблетках, драже, а особенно сиропе). Так, железо ( $Fe^{2+}$ ) и медь окисляют витамин Е, и в меньшей степени витамин А. Медь разрушает витамин С (смотри выше). Двухвалентное железо окисляет витамины А и Е.

Поэтому в витаминно-минеральном комплексе очень важно обращать внимание на композиции витаминов и микроэлементов. До назначения макро- и микроэлементов с целью профилактической или лечебной коррекции важно выявление дефицита конкретного микронутриента для оптимизации подбора препарата и исключения побочных эффектов. Скрининговым и в тоже время дорогостоящим методом для предварительной оценки уровня макро- и микроэлементов в организме при массовых обследованиях является спектральный анализ волос, ногтей, активно внедряемый в нашей стране госэпиднадзором, Институтом питания РАМН, рядом коммерческих медицинских центров. Однако методика определения микроэлементов в любых биосубстратах человека, в том числе и в волосах должна быть единой, общепринятой, легко воспроизводимой. В этом случае возможно ориентировочное предварительное суждение об элементном балансе.



При выявлении грубых отклонений от нормы в анализе волос (ногтей), желателно провести анализ еще одного-двух биосубстратов (кровь, моча и т.д. по решению лечащего врача), использовать дополнительные элементспецифические индикаторные методы. Так, при избыточном или недостаточном содержании молибдена в организме необходимо определение активности ксантиноксидазы в эритроцитах, при избытке свинца, следует выполнить развернутый клинический анализ крови, наличие неоднородного окрашивания и уменьшение размеров эритроцитов (анизо- и пойкилоцитоз) косвенно свидетельствует о возможной свинцовой интоксикации. Учитывая громадное значение взаимодействия макро- и микроэлементов в организме больного, желателно рассчитать и правильно оценить пропорции между химическими элементами. Необходимо, как минимум, рассчитать главные соотношения, такие, как Na/Mg, Na/K, K/Mg, Ca/Mg, Ca/K, Ca/P, Fe/Cu, P/Mn, Al/Si, Zn/Cu. Если в анализе имеется избыток токсических микроэлементов, следует рассчитать и токсические пропорции Ca/Pb, Ca/Pb, Co/Cd, Cu/Cd, Cu/Pb, Fe/Cd, Fe/Hg, Fe/Pb, K/Ti, Mg/Pb, P/Pb, S/Cd, S/Hg, S/Pb, Se/As, Se/Ba, Se/Hg, Se/Hg, Se/Ti, V/Mn, Zn/Cd, Zn/Hg, Zn/Hg и т.д. Выбор препарата, основанный на количественной оценке элементов в организме человека и на основании анализа взаимного влияния элементов, позволит выбрать препарат, который вытеснит токсичные металлы по принципу биологического антагонизма. При назначении хорошо известных жизненно важных микроэлементов, таких, как медь, цинк, селен, кобальт и т.д., также желателно оценить их взаимоотношения (Al/F, Cr/V, Cr/V, Cu/Ag, Cu/Mo, Cu/Mo, Cu/Ni, Cu/Se, Fe/Co, Fe/I, I/Co, I/Se, K/Co, K/Li, Mg/B, S/Cu, Se/Ag, Se/Sn, V/Mn, Zn/Cr, Zn/Ni, Zn/Sn, Ca/Sr и т.д.) для проведения более точной коррекции дисбаланса.

Вот почему необходимо так серьезно подходить к вопросу о выборе препарата для коррекции витаминной и, особенно, минеральной недостаточности.

Громова О.А., д.м.н., профессор, зав. Курсом клинической фармакологии ИвГМА, консультант международного центра микроэлементов ЮНЕСКО

Намазова Л.С., д.м.н., профессор, директор Консультативно-диагностического центра НЦЗД РАМН, главный аллерголог московской области.

"Витамины и минералы в современной и клинической медицине. Возможности лечебных и профилактических технологий", 2003.

Источники информации:

- <http://www.herpes.ru/hudo/sprav/mineral.htm> Том 1 - "Гомеопатические минеральные средства" (Издательство "Гефест", Ростов-на-Дону, 1992 г.).
- Внутренние болезни. В 10 книгах. Книга 1. Пер. с англ./Под ред. Е. Браунвальда, К. Дж. Иссельбахера, и др. - М.: Медицина. - 1993. - 560 с.: ил. {4} л. ил.
- <http://picanal.narod.ru/ximia/mtable.html>
- 4. СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА РОЛЬ ПРЕПАРАТОВ КАЛЬЦИЯ В РЕВМАТОЛОГИИ** Авторы: Ершова О.Б. профессор, Белова К.Ю. Издание: "Русский медицинский журнал", Том 12, N20 (20), 2004; Ярославская Медицинская академия
- Сайт Биология человека - <http://obi.img.ras.ru/>
- Метаболизм магния и терапевтическое значение его препаратов. - М.: ИД Медпрактика-М.- 2002. - 28 с. Авторы - проф. Школьников М.А., Чупрова С.Н. и др.

<b>Калий</b>
--------------

1

**Структура:** К 1. Химические характеристики:

- порядковый N - 19

- атомный вес - 39

Общие сведения:

Рассказ об этом элементе можно начать словами известного немецкого химика Юстуса Либиха: "Отдайте почве то, что вы у нее взяли, или не ждите от нее в будущем столько, сколько она давала раньше". Эти слова были сказаны более ста лет назад, однако они нисколько не утратили своего значения и в наши дни. Для нормального развития всех растений в почве необходим ряд элементов. Одним из них является калий. Из почвы калий попадает в растение, а при сборе урожая вместе с зерном, соломой, корнеплодами удаляется с поля. Так, постепенно, с каждым годом почва обедняется калием. Создается угроза "калийного голода растений", при котором урожайность быстро падает. Чтобы предупредить калийный голод, в почву необходимо вводить соединения калия. Но где их взять? Оказывается, что один из самых распространенных элементов земной коры - калий, на долю которого приходится 1,1 % от общего числа атомов, почти никогда не образует мощных отложений.

Выдающийся химик Николай Семенович Курнаков, изучая совместно с геологом П. И. Преображенским соляные озера и минеральные источники СССР, открыл одно из величайших в мире месторождение калия - Соликамское.

Роль калия не исчерпывается применением его соединений в качестве удобрения. Соединения калия - необходимая составная часть клетки каждого организма и человека. **Определенное соотношение между калием и другими элементами необходимо для обеспечения нормальной работы мышц, и главное - мышцы сердца.**

Соединения калия весьма многочисленны и широко применяются в различных областях, практической деятельности человека. Например, без соли калия - хромпика нельзя приготовить хорошую кожу для обуви.

Калийная щелочь - едкое кали - необходимое вещество в химической, фармацевтической и других отраслях промышленности. Для специальных целей необходимо например, жидкое мыло. Его можно получить с помощью того же едкого кали. Большие количества этого вещества необходимы для железоникелевых, или, как называют их, щелочных, аккумуляторов.

Калий дает не только плодородие почве, но и тепло земному шару. Калий принадлежит к немногим "легким" элементам, один из изотопов которого обладает естественной радиоактивностью. Специалисты подсчитали, что за счет радиоактивного распада калия в земной коре выделяется большое количество тепла. Наличием в организме человека около 0,003 г радиоактивного изотопа калия объясняется и свойственная человеческому организму радиоактивность. выражающаяся в распаде не менее 5000 атомов калия в каждую секунду.

Соединение калия с **хлором** и **кислородом** - хлорат калия, или, как чаще его называют, бертолетова соль - обязательная составная часть праздничного фейерверка.

В свободном состоянии калий был получен в 1807 г. английским химиком Г. Дэви электролизом едкого кали. Еще арабские ученые знали щелочи. "Алкали" по-арабски - "зола", "щелочь", отсюда и название - калий, введенное в русскую химическую номенклатуру в 1881 г. Г. И. Гессом.

Однако профессор Харьковского университета Гизе еще в 1813 г., до своего отъезда в Юрьев, употреблял слово "калий" для названия элемента.

В свободном виде калий - серебристо-голубоватый, легкоплавкий (плавится при 62°C) металл. Металлический калий очень активен. Бурно окисляется на воздухе, а от воды загорается, образуя **водород** и щелочь. Интересен один из сплавов калия с натрием. В противоположность всем остальным сплавам **натрия** и калия, он при 76 % калия и 24 % натрия является жидким и затвердевает при -12° С. Этот сплав применяется при синтезах органических соединений.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** составляет 0,25% от массы тела.

Общее содержание калия в организме человека составляет примерно 250г. Суточная потребность в калии составляет 1,5-2 г.

Лучшими натуральными источниками калия являются цитрусовые, томаты, все зеленые овощи с листьями, листья мяты, семечки подсолнуха, бананы, картофель.

3

**Функции:**

- 1) Играет ведущую роль в возникновении и проведении нервного импульса – при клеточном покое калий находится в клетке, при возбуждении выходит из нее.
- 2) Необходим для синтеза белков (на 1г белка – 20 мг ионов калия), АТФ, гликогена.
- 3) Участвует в образовании медиатора – ацетилхолина
- 4) Увеличение секреции альдостерона
- 5) Калию свойственна способность разрыхлять клеточные оболочки, делая их проницаемыми для прохождения солей.

4

**Вход:** Всасывается на протяжении всего желудочно-кишечного тракта. Алкалоз усиливает вход калия в клетку, а также инсулин, в-адренергические катехоламины, возможно альдостерон. Альфа-адренергические агонисты тормозят поступление калия в клетки.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** Всосавшийся в кровь калий поступает в печень, а затем распространяется по тканям. Во внеклеточном пространстве содержится только 2% от общего количества, а остальное - в клетках, где связан с углеводными соединениями. Часть калия откладывается в печени и коже, а остальная поступает в общий кровоток. Обмен очень быстро протекает в мышцах, кишечнике, почках и печени. В эритроцитах и нервных клетках более медленный обмен калия. В плазме крови калия содержится 15-20 мг%; в эритроцитах - 450-480 мг%.

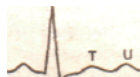
7

**Выход:** Калий в виде хлористого калия выделяется в основном почками, в количестве 4,5г - этим обусловлено его мочегонное действие. С солями калия всегда выделяется много воды. В меньшей степени калий выделяется кишечником и незначительное количество - с потом. Альдостерон стимулирует секрецию калия почками. При ацидозе усиливается выход калия из клеток. В отличие от натрия экскреция калия не снижается до минимального уровня на протяжении 7-14 суток после прекращения его поступления в организм, что ведет к его значительному дефициту. Усиливают выход калия все мочегонные за исключением спиронолактона, триамтерена и амилорида.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма:** Основными проявлениями недостатка калия являются - замедление роста организма и нарушение половых функций.

**Недостаток калия** вызывает мышечные судороги, перебои в работе сердца. При хронической недостаточности калия развивается нефропатия с морфологическими изменениями подобными при хр. Пиелонефрите. Недостаточность калия вызывает заболевание Myasthenia gravis, которое выражается периодически наступающим параличом отдельных мышц. Слабость вначале возникает в мышцах ног затем генерализуется. ЭКГ изменения – уплощение и инверсия зубца Т, увеличение выступа зубца U и прогиб сегмента ST.



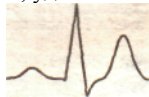
Наиболее заметно снижается концентрирующая способность почек, что может вызвать полиурию и полидипсию.

Причины дефицита калия и гипокалиемии: 1. ЖКТ – недостаточное поступление с продуктами питания; дисфункция ЖКТ (рвота, диарея, ворсинчатая аденома, свищи, уретеросигмостомия). 2. Почки – Метаболический алкалоз; лечение диуретиками; Влияние избытка минералокортикоидов (первичный и вторичный альдостеронизм, употребление лакрицы, избыток глюкокортикоидов, β2-адреномиметики); Болезни почечных канальцев (канальцевый ацидоз, лейкозы, синдром Лиддла), лечение антибиотиками (карбенициллин, амфотерицин В, гентамицин); Дефицит магния 3. Гипокалиемия вследствие перехода калия в клетки (без явления дефицита) – Гипокалиемический периодический паралич; эффект инсулина; Алкалоз.

**Избыток калия и его проявления:**

При применении per os (внутри) даже больших доз калия, его токсическое действие не проявляется за исключением случаев почечной недостаточности.

Парентеральное введение хлористого калия вызывает следующие симптомы: цианоз, рвоту, слабость пульса. Калий является сильнейшим мышечным ядом, поражающим сердце. Токсический эффект внеклеточного калия проявляется на ЦНС, мышцах и сердце. После кратковременного возбуждения нервно-мышечного аппарата наступает падение возбудимости, ослабление самопроизвольных движений, замедление пульса, падение АД. Большие дозы почти мгновенно вызывают паралич сердца. Избыток калия может привести к дефициту кальция. Токсическое действие гиперкалиемии (6,5-8ммоль/л) может быть ослаблено за счет перемещения калия из внеклеточной жидкости в клетки. ЭКГ изменения – высокоамплитудный зубец Т, удлинение интервала P-R.



При в/м введении калия хлорида **развивается некроз тканей!!!**

**Терапевтический коктейль** для быстрого уменьшения концентрации калия в крови: В 1 л 5% декстрозы в 0,9% солевом растворе добавляют 1-2 ампулы гидрокарбоната натрия.

Причины гиперкалиемии: 1. Неадекватная экскреция калия – почечная недостаточность; недостаточность надпочечников (гипоальдостеронизм, болезнь Аддисона); прием диуретиков, угнетающих секрецию калия в нефронах. 2. Высвобождение калия из клеток – повреждение тканей (инфаркты мышц, разрыв мышц, гемолиз, внутреннее кровотечение); прием лекарственных средств (сукцинилхолин, аргинин, интоксикация препаратами наперстянки, Б-адренергические блокаторы, ингибиторы АПФ); ацидоз; гиперосмолярность жидких сред, дефицит инсулина, гиперкалиемический периодический паралич. 3. Избыточное поступление калия в организм 4. Псевдогиперкалиемия – тромбоцитоз, лейкоцитоз, неумелая техника проведения венопункциры, гемолиз in vitro (анализ крови)

## Натрий

1

**Структура:** Натрий-Natrium (Na).

Порядковый номер: 11

Атомный вес: 22,9898

Общие данные:

19 ноября 1807 г. в Лондоне Гэмфри Дэви выступил с докладом и сообщил о вещах, невероятных для того времени. Опытным путем он провел разложение "нелетучих щелочей" (продуктов взаимодействия углекислых солей натрия и калия с гашеной известью), при ведшее "к выделению новых и необычайных тел, лежащих в основе этих нелетучих щелочей". Было установлено, что "нелетучие щелочи" представляют собой не простые вещества, как долгое время считали раньше, а сложные соединения. Под действием электрического тока эти соединения разлагаются с выделением разных, но очень похожих по химическим свойствам элементов. Один из них Дэви назвал "потассием", произведя это название от созвучного английского слова, означающего поташ. Другой Дэви назвал "содием" от латинского слова «сода».

В 1810 г. Гильберт вместо названия "потассий" ввел название "калий" (от арабского слова "алкалий" -щелочь). Шведский химик Я. Берцелиус в 1811 г. заменил "содий" названием "натрий", произведя его от арабского слова "натрон" - сода. Русский химик Г. И. Гесс ввел в 1831 г. эти названия в русскую химическую литературу. Между прочим, названия "потассий" и "содий" сохранились в некоторых странах (Англия, США, Италия и др.) до настоящего времени. Дэви показал слушателям открытые им металлы и продемонстрировал их химические свойства. В склянке под слоем керосина они сверкали нежным серебристым блеском, но стоило бросить их в воду, они, к большому удивлению присутствующих, не тонули в ней, а плавая, начинали быстро двигаться, "бегать" по ее поверхности, расплавляясь в блестящие капельки. Одни из них даже загорались. Вода, где происходили эти явления, превращалась в раствор, обладающий всеми свойствами крепкой щелочи. Металл, загорающийся от воды! Это было невероятно. И недаром один из присутствующих на лекции Дэви слушателей, пораженный всем виденным, сказал: "Ведь этак, пожалуй, завтра начнут чуть ли не из нюхательного табака добывать электричеством золото, алмазы или еще черт знает что!". Натрий - исключительно активный металл. Вот почему, являясь одним из распространенных элементов и составляя 2 % в общем числе атомов земной коры, он не встречается в свободном состоянии. Соединения же его весьма разнообразны, а некоторые из них широко распространены. К их числу относится знакомая всем поваренная соль. Соль состоит из натрия и хлора. Натрий, как уже указывалось, один из активных металлов, **хлор** является одним из активных неметаллов. В свободном состоянии оба эти элемента обладают губительным действием на организм животных и человека. Однако в соединении они дают соль, без которой невозможна жизнь человека и животных. Соль необходима организму для обеспечения важнейших физиологических процессов. Этим объясняется естественная потребность человека и животных в соли. В крови соль создает необходимые условия для существования красных кровяных телец, в мышцах сохраняет способность к возбудимости, в сердце определяет его ритм, в желудке образует соляную кислоту, без которой невозможно переваривание и усвоение пищи. Таково значение для организма поваренной соли. Необходимость соли для жизни была известна со времен глубочайшей древности. И не случайно значение соли нашло свое отражение в многочисленных народных пословицах, поговорках и обычаях. "Хлеб да соль" - вот одно из пожеланий, которым русские люди с давних пор приветствовали друг друга во время приема пищи, подчеркивая равноценное с хлебом значение соли. Хлеб и соль стали символом гостеприимства и радушия. Хлебом и солью русские люди издавна встречали своих дорогих гостей, любимых героев, вождей и полководцев, борцов за свободу и счастье.

В год каждый человек с пищей потребляет от 8 до 10 кг соли. Недаром говорят: "Чтобы узнать человека, надо с ним пуд соли съесть". Оказывается это не так уж много и по весу и по времени: за год вдвоем и будет съеден пуд (16 кг) соли.

Наибольшее количество натрия связано в соединении с **хлором**. Соль, или, как ее называют химики, хлористый натрий, образует мощные отложения.

Огромные количества соли содержат в себе воды морей и океанов. Солью, извлеченной из морских вод, можно было бы засыпать всю сушу земного шара слоем в ... 130 м. Так велико количество соли.

В заключение еще несколько слов о самом натрии. Мы привыкли к тому, что металлы плавятся при высоких температурах. Попробуйте-ка, например расплавить булавку или иголку! А вот металл натрий имеет температуру плавления всего только около 98°C. Если бы натрий не был таким активным, его можно было бы плавить в кипящей воде.

Натрий находит применение в авиадвигателях для отвода тепла от клапанов. В качестве теплоносителя металлический натрий используется в некоторых атомных реакторах. В производстве искусственного каучука натрий играет роль волшебного ускорителя реакции, соединяющего молекулы бутадиена в продукт, не уступающий по свойствам лучшим сортам естественного каучука. Натрий применяется в специальных газосветных лампах. Натриевая лампа наполнена неонам и содержит небольшое количество металлического натрия. При включении лампы разряд начинается в **неоне**. Тепло, выделяющееся при разряде, испаряет натрий, и, спустя некоторое время, красный свет **неона** сменяется желтым - натрия. Натриевые лампы являются мощными источниками света с высоким коэффициентом полезного действия (в лабораторных условиях до 70 %). Высокая экономичность натриевых ламп дала возможность использовать их для освещения автострад, вокзалов, пристаней и т. д.

С помощью натрия на расстоянии 113 тыс. км от Земли была создана искусственная комета выбрасыванием в мировое пространство натриевых паров с борта космической ракеты, впервые в истории человечества созданной руками советских людей и запущенной в просторы вселенной 2 января 1959 г. Вторая искусственная комета была создана во время полета второй

космической ракеты на Луну. Выброшенное из ракеты натриевое облако достигло 600 км в диаметре за 4 мин. Свечение искусственной кометы можно было наблюдать через специальные фильтры. Оно позволило уточнить координаты ракеты и определить возможность расхождения расчетных данных с действительной траекторией

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточная потребность варьирует в зависимости от водно-солевого обеспечения организма. Составляет 0.08 % от массы тела. Нормы суточного потребления не существует, однако считается, что потребность взрослого человека составляет около 9-16 грамм хлорида натрия (поваренной соли) в сутки. При значительных физических нагрузках, в жаркое время года (повышенной температуры окружающей среды), у рабочих горячих цехов, шахтеров, спортсменов и военнослужащих, которые участвуют в беге на длительные дистанции и совершающих марш броски суточная потребность возрастает до 20 грамм поваренной соли в сутки.

3

**Функции:** Основной катион (+) внеклеточного отдела. Играет главную роль в поддержании осмотического давления – 90%.

- 1) участвует в возникновении и поддержании электрохимического потенциала на плазматических мембранах клеток;
- 2) регулирует состояние водно-солевого обмена;
- 3) участвует в регуляции работы ферментов;
- 4) компонент  $K^+$  -  $Na^+$  насоса.
- 5) Проведение нервного импульса
- 6) увеличение секреции натрийуретических гормонов
- 7) увеличение секреции АДГ (антидиуретический гормон), что ведет к увеличению внеклеточного объема жидкости
- 8) увеличение секреции альдостерона

калий и натрий были открыты вместе и оба важны для нормального роста и состояния организма. Они являются антагонистами на клеточном уровне, т.е. повышение содержания натрия приводит к уменьшению калия в клетке.

4

**Вход:** Всасывается в верхнем отделе тонкого кишечника при участии белков-переносчиков и требует затраты АТФ.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** Депонируется в коже, мышцах, костях.

7

**Выход:** При отсутствии или ограничении в поступлении натрия в организм в течение 2-4 суток его выделение с мочой почти полностью прекращается. Если резко увеличить потребление натрия, то его экскреция сразу же увеличится и в ближайшие дни станет равной потребляемому количеству. Кишечная потеря натрия происходит при диареях. Из клеток натрий выводится против градиента концентрации и требует затрат энергии, что ведет к усилению теплопродукции при его избыточном поступлении в клетку. Простагландины ослабляют экскрецию натрия.

**Сочетанная потеря натрия и воды:** 1. Внепочечные потери: через ЖКТ(рвота, диарея, промывания желудка, свищи); секвестрация отечной жидкости в брюшную полость (перитонит, быстронаступающий рецидив асцита); через кожу (потоотделение, ожоги) 2. Потери через почки: Болезни почек (ХПН, диуретическая фаза ОПН, постобструктивный диурез, патология канальцев, сопровождаемая потерей соли); избыточный диурез; Осмотический диурез (глюкозурия при сахарном диабете); недостаточность минералокортикоидов (болезнь Аддисона, гипоальдостеронизм).

Гипернатриемия: 1. Вследствие изолированной потери воды (кожу, легкие, несахарный диабет – центральный или нефрогенный, дисфункция гипоталамуса). 2. Вследствие накопления натрия – прием чрезмерного количества препаратов натрия, гиперфункция надпочечников (гиперальдостеронизм, синдром Кушинга)

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма:** Натрий в первую очередь нужен для нормального функционирования нервно-мышечной системы. При дефиците натрия происходит уменьшение всасывания углеводов и кальция, возможны невралгии, отчасти понижение давления.

Следует помнить, что при применении диуретиков (например, фуросемида) у больных с гипертоническим кризом через несколько часов после обильного диуреза и натрийуреза может вновь **повыситься АД** (синдром “рикошета”) в связи с рефлекторной стимуляцией **САС** и **РАС** в ответ на значительную потерю  $Na^+$  и резкое снижение **ОЦК**.

Обратите внимание на этот факт повышения АД на фоне снижения натрия и ОЦК за счет стимуляции САС и РАС.

Повышенное содержание натрия в волосах отражает, как правило, нарушение водно-солевого обмена, дисфункцию коры надпочечников. Может встречаться при избыточном потреблении поваренной соли, сахарном диабете, нарушении выделительной функции почек, склонности к гипертонии, отекам, неврозах. Люди, особенно дети, с избытком натрия часто легко возбудимы, впечатлительны, гиперактивны, у них может быть повышена жажда, потливость. Иногда возможно накопление натрия в волосах при длительном контакте с морской водой и отдельными видами моющих средств.

Пониженное содержание натрия в волосах у взрослых обычно встречается при нейроэндокринных нарушениях, хронических заболеваниях почек и кишечника и как следствие черепно-мозговых травм. Прайтер – диета с повышенным содержанием соли и углеводов используется в предсоревновательный период у спортсменов для накопления гликогена в мышцах.

## Кальций

1

### Структура: Calcium (Ca).

Химические характеристики:

- порядковый N - 20

- атомный вес - 40,08

Общие сведения:

При нагревании или сгорании кальция образуется окись кальция - CaO - жженая или гашеная известь, которая при взаимодействии с водой дает гидрат окиси кальция Ca(OH)<sub>2</sub> - гашеную известь. С галоидами кальций образует соли - CaF<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, CaBr<sub>2</sub>, CaI<sub>2</sub>, которые в форме флюорита растворимы в воде. Если в воде содержится большое количество солей кальция (CaCO<sub>3</sub> и CaSO<sub>4</sub>), вода называется жесткой. Если же солей кальция мало - то вода мягкая.

Кальций постоянно находится в почве и воде. Из его углекислых солей состоят известковые и меловые горы. В недрах некоторых из них карбонат кальция под влиянием сильного давления кристаллизуется и переходит в мрамор.

Известны богатые залежи серно-кислых солей кальция - гипса - CaSO<sub>4</sub>, а также плавикового шпата или флюорита кальция - CaF<sub>2</sub>. В виде фосфорита - Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Кальций входит в состав апатита. Из других соединений кальция известны соединения кальция с кремнием - силикаты.

В металлическом виде кальций был выделен Г. Дэви в 1808 г. путем электролиза. В противоположность своим соединениям кальций имеет ограниченное применение. Он используется в металлургии для освобождения расплавленных металлов от растворенного в них **кислорода**. Новым потребителем кальция стала металлургия **урана**.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Общее содержание кальция в организме человека составляет примерно 1,9% общего веса человека, при этом 99% всего кальция приходится на долю скелета и лишь 1% содержится в остальных тканях и жидкостях организма. Содержание повышается в период роста или беременности.

Суточная потребность в кальции для взрослого человека составляет - 0,45-0,8-1,2 г в день.

Кальций в пище, как растительной, так и животной, находится в виде нерастворимых солей. Наилучшими источниками легко усвояемого кальция являются молочные продукты особенно все виды сыров, бобовые, соя, сардины, лосось, арахис, грецкий орех, семечки подсолнуха, рис, зеленые овощи. Богаты кальцием цельные зерна пшеницы, рис, овощи и фрукты. Значение растительных источников кальция возрастает также вследствие высокого содержания в них витаминов.

3

**Функции:** внеклеточный катион, внутриклеточный катион - внутри саркоплазматического ретикулаума.

1) Функционирует как составная часть опорных тканей или мембран. Обеспечивает целостность мембран (влияет на проницаемость), т. к. способствует плотной упаковке мембранных белков. Ионы кальция уплотняют клеточные оболочки, уменьшают их проницаемость - в противоположность ионам натрия и калия, увеличивающих проницаемость.

2) участвует в проведении нервного импульса

3) участвует в инициации мышечного сокращения: Образование комплекса актин+миозин (сокращение) возможно только в присутствии ионов кальция внутри миоцита. В мышечных клетках на мембране саркоплазматического ретикулаума (СПР) находится «кальциевый насос (канал)», через который регулируется вход и выход кальция в СПР и тем самым концентрация его внутри клетки. Работа «кальциевого насоса» регулируется концентрацией двух внутриклеточных нуклеотидов, действующих антагонистически:

- Циклический аденозинмонофосфат (цАМФ), который усиливает вход кальция в СПР из клетки, это приводит к уменьшению образования комплекса актин+миозин ферментом кальмодулином и расслаблению мышцы.
- Циклический гуанозинмонофосфат (цГМФ), который ослабляет вход кальция в СПР из клетки, это приводит к увеличению образования комплекса актин+миозин ферментом кальмодулином и сокращению мышцы (бронхоспазм).

Например: 1. Парасимпатическая НС – ацетилхолин – рецепторы (холинергические = мускариновые = ацетилхолиновые) – гуанилатциклаза увеличивает скорость перехода ГТФ в цГМФ – увеличение цГМФ – увеличение внутриклеточного кальция – сокращение.

2. Симпатическая НС – адреналин, норадреналин – бета рецепторы + уменьшение секреции ацетилхолина парасимпатической НС – аденилатциклаза увеличивает скорость перехода АТФ в цАМФ – увеличение цАМФ – увеличение входа кальция в СПР – уменьшение кальция в клетке - уменьшение образования комплекса актин+миозин ферментом кальмодулином и расслабление мышцы.

4) является одним из факторов гемокоагуляции.

5) Кальций ограничено участвует в поддержании осмотического равновесия.

6) Вместе с инсулином активирует проникновение глюкозы в клетки.

7) кальций используется для поддержания pH крови в нужном диапазоне при ее окислении.

8) увеличивает секрецию ацетилхолина

9) Увеличение концентрации Ca в крови увеличивает секрецию кальцитонина

10) Увеличение концентрации Ca в крови уменьшает секрецию паратгормона

11) увеличивает секрецию адреналина?

Кальций участвует во всех жизненных процессах организма. Нормальная свертываемость крови, происходит только в присутствии солей кальция. Кальций играет важную роль в нервно-мышечной возбудимости тканей. При увеличении в крови концентрации ионов кальция и магния нервно-мышечная возбудимость уменьшается, а при увеличении концентрации ионов натрия и калия - повышается. Кальций играет определенную роль и в нормальной ритмической работы сердца

4

**Вход:** Абсорбция кальциевых соединений происходит в верхней части тонких кишок, главным образом в 12-перстной кишке. Здесь на всасывание оказывают большое влияние желчные кислоты. Физиологическая регуляция уровня кальция в крови осуществляется гормонами паращитовидных желез и витамином D через посредство нервной системы. Из поступающего с пищей кальция у взрослого человека в кишечнике всасывается менее половины, и только у детей в период быстрого роста и у женщин в периоды беременности и лактации всасывание кальция увеличивается, в то время как у пожилых лиц отмечается значительное снижение всасывания кальция. При этом основная часть кальция всасывается в проксимальных отделах тонкого кишечника путем активного транспорта, а в более дистальных отделах эффективность всасывания снижается и происходит за счет ограниченной диффузии под влиянием витамина D<sub>3</sub>.

Уменьшение всасывания из кишечника:

Всасывание ухудшается при избытке жиров, от введения солей магния, калия, от содержания в пище большого количества щавелевой кислоты (шпинат, щавель, свекла), от увеличения фосфатов в пище, инозинтрифосфорная к-та (фитиновые соединения -содержащиеся в зерновых), дефицит витамина D<sub>3</sub>.

Оптимальное усвоение происходит при соотношении кальция, фосфора и магния 1:1,4:0,5. (огурцы грунтовые 1:1,8:0,6)

**Увеличение всасывания.** Для полного усвоения из кишечника необходимо наличие активной формы витамина D<sub>3</sub>, белки пищи, лимонная кислота, лактоза молока. Витамин D способствует абсорбции кальция из кишечника и облегчает отложение кальция и фосфора в костях. Для улучшения усвоения солей кальция и фосфора в кишечнике, особенно при назначении малоусвояемых препаратов кальция, повышения реабсорбции фосфатов в почках и усиления процессов остеогенеза используют цитратную смесь (Acidi citrici 2,0; Natrii citrici 3,5; Ag. destillatae ad 100,0) по 1 чайной ложке 3 раза в день на 10-12 дней.

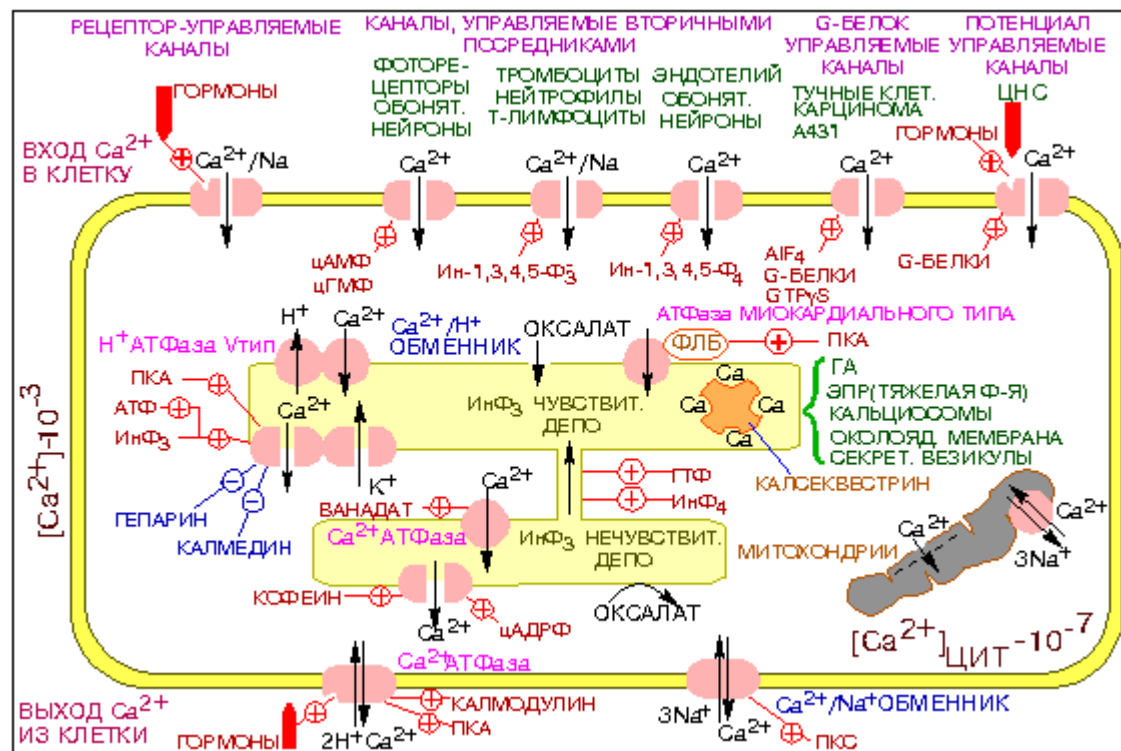
5

**Транспорт:** Общий кальций крови включает три фракции: белоксвязанный, ионизированный и неионизированный (который находится в составе цитрата, фосфата и сульфата). Нормальное содержание кальция в крови - 9,0-11,5мг/ 100 мл. Кальций находится в сыворотке крови в различных формах: в виде не фильтрующихся коллоидных соединений и фильтрующихся соединений в количестве 4-5 мг%; остальные 5-6мг% кальциевых соединений проходит через ультрафильтры, из них 2мг% находится в ионизированной форме. Коллоидный кальций представляет собой резерв кальция. Соотношение указанных выше форм кальция зависит от рН, концентрации CO<sub>2</sub>, от соотношения альбуминов и глобулинов и количества неорганического фосфора. Витамин А повышает уровень кальция в крови при гипертавитаминозе.

6

**Преобразование и распределение:** Большая часть кальция содержится в костной ткани (99%) в составе микрокристаллов карбонатапатита  $3Ca_2(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$  и гидроксилатапатита  $3Ca_2(PO_4)_2 \cdot CaOH$ .

**схема кальциевого внутриклеточного обмена**



Обеспеченность организма кальцием во многом связана с деятельностью паращитовидных желез, вырабатывающих два гормона – паратгормон и кальцитонин, которые вместе с витамином D обеспечивают регуляцию кальциевого обмена.

Секреция паратгормона зависит от концентрации ионизированного кальция в сыворотке крови: повышение концентрации ионизированного кальция снижает секрецию, снижение – повышает. Мишени для паратгормона: почки, костная ткань, желудочно-кишечный тракт. Рецепторно-клеточная связь гормона реализуется через мембранно-связанную аденилатциклазу и характеризуется преимущественно изменением обмена кальция.

Действие на почки проявляется увеличением канальцевой реабсорбции кальция и магния, снижением реабсорбции калия, неорганического фосфата и HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Уменьшается экскреция протонов и ионов аммония. Кроме того, паратгормон повышает способность почечной ткани образовывать активную форму витамина D – 1,25-дигидрооксихолекальциферол.

Действие на костную ткань характеризуется тремя основными эффектами: 1) торможением синтеза коллагена в активных остеобластах; 2) активацией остеолитических остеокластов; 3) ускорением созревания клеток-предшественников остеобластов и остеокластов. Следствием этих эффектов



являются мобилизация кальция из кости (выход в кровь), обеднение матрикса протеогликанами и коллагеном.

Действие паратгормона на желудочно-кишечный тракт ведет к увеличению всасывания кальция в тонкой кишке, что в свою очередь зависит от обеспеченности организма витамином Д и связано со стимулирующим действием паратгормона на образование активной формы витамина Д.

Секреция кальцитонина также зависит от концентрации ионизированного кальция в крови: увеличивается в ответ на его повышение и снижается при понижении. Кроме того, повышение содержания кальция в диете ведет к повышенной секреции кальцитонина. Этот эффект опосредуется глюкагоном, продукция которого возрастает при высоком содержании кальция в еде.

#### **Глюкагон – биохимический активатор секреции кальцитонина.**

Мишень кальцитонина – костная ткань, посредник действия – кальцийзависимая АТФаза. Через нее гормон изменяет работу кальциевого насоса. Эффект проявляется уменьшением рассасывания кости, гипокальциемией и гипофосфатемией, уменьшением экскреции кальция с мочой. Последнее связано с торможением активности остеоцитов и остеокластов.

По результатам действия паратгормон и кальцитонин – антагонисты, хотя и действуют через разные клетки-мишени. Не исключается ингибиторное влияние кальцитонина на образование активной формы витамина Д в почках.

Концентрация кальция в крови (2,5 ммоль/л) меняется не более чем на 3% за счет гормонального контроля, обеспечивающего адсорбцию этого катиона кишечником, выведение из организма и отложение в костях. Основная масса кальция сосредоточена в костном скелете, по крайней мере половина кальция в крови связана с белками плазмы, главным образом с альбумином. В то же время различают три состояния кальция в клетке: Ca<sup>2+</sup>, локализованный внутри клеточных органелл; хелатированный Ca<sup>2+</sup>, т. е. ассоциированный с молекулой цитоплазматического белка, свободный, или ионизированный, Ca<sup>2+</sup>.

Именно свободный Ca<sup>2+</sup> является регулятором разнообразных внутриклеточных процессов, обеспечивает проведение специфического трансмембранного сигнала в клетку благодаря изменениям концентрации собственного вещества.

7

**Выход:** Абсорбированный кальций выделяется почками, печенью и эпителием толстых кишок. Не всосавшийся кальций выделяется кишечником.

Выделение кальция с мочой и калом увеличивается при тиреотоксикозе и при применении тироксина, а также при введении в организм избыточного количества кислых веществ и при ацидозе, приеме фуросемида.

Золедроновая кислота, или золедронат, продается под названием «Зомета» Швейцарской компанией Новартис Эй Джи (Novartis AG), оплачивающей исследования. Препарат не был одобрен для лечения остеопороза. Но он предназначается для снижения высокого уровня кальция в крови людей, больных злокачественными новообразованиями. Группа исследователей, возглавляемая доктором Яном Ридом (Ian Reid) в Оклендском университете (Новая Зеландия), обнаружила, что одна инъекция 4-х миллиграммов золедроновой кислоты в год лечит остеопороз не хуже, чем ежедневный прием общепринятых лекарств. <http://mednovosti.ru/news/2002/02/28/osteo/>



8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

**При недостатке кальция наблюдаются:** тахикардия, аритмия, побеление пальцев рук и ног, боли в мышцах, рвота, запоры, почечная колика, печеночная колика, повышенная раздражительность, дезориентация, галлюцинации, спутанность сознания, потеря памяти, тупость. Волосы - делаются грубыми и выпадают; ногти - становятся ломкими; кожа - утолщается и грубеет; зубы - дефекты в дентине, на эмали зубов появляются ямки, желобки; хрусталик - теряет прозрачность. Кроме недостатка кальция, недостаток витамина D, особенно у детей, ведет к развитию характерных рахитических изменений. Химический анализ рахитичных костей открывает уменьшение кальция, фосфатов и карбонатов и увеличение магния и органического вещества.

Характерными клиническими проявлениями гипокальциемии являются повышенная возбудимость нервной системы и приступы болезненных судорог (тетания). Могут появляться отклонения в поведении и ступор, онемение и парестезии, стридор гортани, катаракта (при хронической гипокальциемии), кальцификация базального ганглия. При обследовании таких больных у них выявляются положительные признаки Хвостека (сокращение мышц лица при постукивании в области окончания лицевого нерва) и Труссо (спазм запястья при расправлении наложенной на плечо манжетки сфигмоманометра до среднего значения между систолическим и диастолическим давлением в течение 3 минут). Эти признаки могут оказаться положительными до появления других симптомов, отражая наличие скрытой тетании. Нередко у больных гипокальциемией, сочетающейся с недостаточностью витамина D, появляются миопатия и боли в костях. Многие женщины, у которых имеется скрытая гипокальциемия, во время менструальных кровотечений испытывают сильные боли в низу живота. В таких случаях препараты кальция дают положительный эффект.

На фоне гипокальциемии могут происходить нарушения в сердечно-сосудистой системе. Гипокальциемия повышает возбудимость миокарда, что может приводить к появлению экстрасистолии.

Гипокальциемия	Гиперкальциемия
 <p>Удлинение интервала QT</p>	 <p>Укорочение интервала QT, соответствующего данной частоте сердечных сокращений.</p>

При детской тетании введение хлористого кальция прекращает судороги. При увеличении в крови концентрации ионов кальция и магния нервно-мышечная возбудимость уменьшается, а при увеличении концентрации ионов натрия и калия - повышается.

Гипокальциемия может способствовать появлению сердечной недостаточности, нарушениям ритма (экстрасистолия и др.), сопровождаться расстройством функций скелетной и гладкой мускулатуры, нарушением свертывания крови, развитием остеопороза.

Недостаток кальция в крови чаще всего наблюдается при гипофункции паращитовидных желез. При этом уровень кальция снижается, а уровень фосфора повышается.

В анализе мочи отмечается гипокальциемия и гиперфосфатурия. Повышение уровня магния в сыворотке приводит к подавлению секреции ПТГ и в отдельных случаях - к гипопаратиреозу и гипокальциемии.

У детей часто развивается тетания. При явной тетании отмечаются следующие симптомы: ригидность мышц, подергивание век с побледнением лица, страбизм, нистагм, могут быть судороги.

Типичным проявлением у детей является ларингоспазм, который может вызваться легким рефлекторным воздействием (холод, волнение, внезапное пробуждение), также наблюдаются одышка, звучное, стонущее дыхание.

Спазм диафрагмы может вызвать арное с цианозом и потерей сознания.

Тетания бронхов может симулировать приступ астмы.

Сердечный спазм сопровождается тахикардией и аритмией.

Ангиоспазм проявляется побелением пальцев рук и ног, болями в мышцах.

Спазм гладких мышц ЖКТ проявляется болями, рвотой, запорами, диареей.

Спазм мочевого пузыря может спровоцировать почечную колику.

Спазм желчного пузыря - печеночную колику.

Судороги поперечно-полосатых мышц могут быть локализованы в какой-то одной группе мышц - например кардиопедальный спазм (рука акушера).

Генерализованные судороги напоминают приступ эпилепсии.

Психические симптомы: повышенная раздражительность, дезориентация, галлюцинации, спутанность сознания, потеря памяти, тупость.

У взрослых дефицит кальция, фосфора и витамина D проявляется остеомалацией, которую можно рассматривать как "рахит взрослых". Все кости делаются мягче, чем при рахите детей, содержание минералов резко уменьшается, появляется заметная деформация костей. Прежде, чем устранять дефицит кальция необходимо насытить организм магнием.

Пациентам с мочекаменной болезнью предпочтительнее назначение цитрата кальция, не влияющего на процесс нефролитиаза.

Считается более предпочтительным вечерний прием кальция, так как это позволяет подавить циркадное усиление костной резорбции в ночное время. Хотя имеются данные, по которым прием утренней и вечерней доз кальция оказывает сходный эффект на секрецию ПТГ и ионизированный кальций сыворотки крови, как показатели немедленной реакции организма на прием препаратов кальция. При этом однократный прием кальция не должен превышать 500 мг, что улучшает его абсорбцию. На фоне приема препаратов кальция необходимо соблюдать водный режим (6-8 стаканов жидкости в сутки) и ограничивать потребление поваренной соли, так как избыток натрия повышает экскрецию кальция с мочой [4].

При приеме препаратов кальция наиболее частым побочным эффектом является возникновение запоров. В этом случае необходимо увеличить потребление воды и продуктов растительного происхождения.

Сегодня на фармацевтическом рынке имеется достаточное количество комплексных лекарственных препаратов кальция и витамина D. Одним из таких препаратов является **Кальций-D<sub>3</sub> Никомед**, одна таблетка которого содержит 500 мг кальция элемента в виде его соли - карбоната и 200 МЕ витамина D<sub>3</sub>.

Таблетки еще одной формы препарата **Кальций-D<sub>3</sub> Никомед форте** содержат столько же кальция (500 мг) и в 2 раза больше витамина D<sub>3</sub> (400 МЕ), что позволяет использовать их у лиц с повышенной потребностью в витамине D. Постоянный прием этой формы препарата особенно эффективен у лиц пожилого и старческого возраста, имеющих предрасположенность к дефициту витамина D, а также рекомендуется всем больным, получающим глюкокортикоиды. Обе формы препарата предполагают ежедневный прием двух таблеток в день с соблюдением общих правил к препаратам кальция (водный режим, диета). (4)

**При избытке кальция наблюдаются:** хронический гипертрофический артрит, кистозная и фиброзная остео дистрофия, остеофиброз, мышечная слабость, затруднение координации движений, деформация костей позвоночника и ног, самопроизвольные переломы, переваливающаяся походка, хромота, тошнота, рвота, боли в брюшной полости, дизурия, хронический гломерулонефрит, полиурия, частые мочеиспускания, никтурия, анурия. При избытке кальция наблюдаются сильные сердечные сокращения и остановка сердца в систоле. Избыток кальция может приводить к дефициту цинка и фосфора, в то же время препятствует накоплению свинца в костной ткани.

Кроме гиперкальциемии, избыток витамина D также вызывает патологические состояния. Ежедневная дача витамина D<sub>2</sub> до 25 тыс. интенсивных ЕД приводит к следующим токсическим явлениям: тошнота, анорексия, потеря в весе, диарея, головная боль, полиурия, частые позывы к мочеиспусканию, слабость, белок и цилиндры в моче, гематурия, дегенеративные изменения в эпителии почечных канальцев, сосудах, сердце, желудке, кишечнике, печени, бронхах с метастатической или дистрофической кальцификацией.

[http://www.medlibrary.ru/library/?rubric\\_id=36&item\\_id=4480&chapter\\_id=16862&level\\_0](http://www.medlibrary.ru/library/?rubric_id=36&item_id=4480&chapter_id=16862&level_0)

Также причины гиперкальциемии можно посмотреть здесь: [http://www.medlibrary.ru/library/?rubric\\_id=36&item\\_id=4480&chapter\\_id=16855&level\\_0](http://www.medlibrary.ru/library/?rubric_id=36&item_id=4480&chapter_id=16855&level_0)

Препараты кальция при реанимации усиливают реперфузионное повреждение тканей, нарушают энергетический обмен, стимулируют образование эйкозаноидов (продуктов обмена арахидоновой кислоты), способствующих увеличению проницаемости мембран клеток, развитию микротромбозов, вазоспазма, бронхokonстрикции. Поэтому при реанимации препараты кальция показаны только пациентам с гиперкальциемией, а также при передозировке антагонистов кальция.

Справочник Харрисона по внутренним болезням:

**Таблица 155-1 Классификация причин гиперкальциемии**

---

**Обусловленные паратиреоидным гормоном**

1. Первичный гиперпаратиреоз
  - а. Одиночные аденомы
  - б. Множественная эндокринная неоплазия
2. Терапия литием
3. Семейная гипокальциурическая Гиперкальциемия

**Обусловленные малигнизацией**

1. Сolidная опухоль с гуморально опосредованной гиперкальциемией (легкие, почки)
2. Сolidная опухоль с метастазами (молочная железа)
3. Гематологические новообразования (множественная миелома, лимфома, лейкоз)

**Обусловленные витамином D**

1. Интоксикация витамином D
2. Повышение 1,25(OH)<sub>2</sub>D; саркоидоз и другие гранулематозные заболевания
3. Идиопатическая Гиперкальциемия грудного возраста

**Высокая скорость обмена кальция в костях**

1. Тиреотоксикоз
2. Имобилизация
3. Тиазиды
4. Интоксикация витамином А

**Обусловленные почечной недостаточностью**

1. Тяжелый вторичный гиперпаратиреоз
  2. Интоксикация алюминием
- 

Источник: Petts J. T. Jг.: НРІМ-13, р. 2151.

**Таблица 155-2 Схемы лечения при тяжелой гиперкальциемии (продолжение)**

Лечение	Начало действия	Длительность действия	Преимущества	Недостатки
<b>НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ВИДЫ ЛЕЧЕНИЯ</b>				
Гидратация изотоническим раствором	Часы	В период инфузии	Постоянная потребность в регидратации	

Форсированный диурез; физиологический раствор + петлевой диуретик	Часы	В период лечения	Быстрое действие	Сердечная декомпенсация, интенсивное мониторирование электролитного дисбаланса, гипокалиемия, гипомагниемия
Бисфосфонаты Первого поколения: этидронат	1-2 дня	5-7 дней	Средние сроки начала действия	Гиперфосфатемия; 3-дневная инфузия
Второго поколения: памидронат	1-2 дня	10-14 дней, после высокой дозы	Высокая эффективность; средние сроки начала, длительное действие.	Лихорадка у 20%; гипофосфатемия, гипокальциемия, гипомагниемия.
Кальцитонин	Часы	2-3 дня	Быстрое начало действия; вспомогательное средство при тяжелой гиперкальциемии	Часто ограничивает гипокальциемию, быстрая тахифилаксия

**Таблица 155-2 Схемы лечения при тяжелой гиперкальциемии (продолжение)**

Лечение	Начало действия	Длительность действия	Преимущества	Недостатки
<b>ДРУГИЕ ВИДЫ ЛЕЧЕНИЯ</b>				
Галлий-нитрат	После 5-дневного введения	7- 10 дней	Высокая эффективность	Длительное внутривенное введение; не может быть применен при почечной недостаточности

Пликамицин	3-4 дня	Дни	Активный антирезорбтивный эффект	Токсическое действие на печень, почки и костный мозг; кровотечения
Фосфат: оральный внутривенный	24ч Часы	В период применения В период применения и затем в течение 24-48ч	Низкая токсичность, если Р менее 40 мг/л Быстрое действие, высокая эффективность	Ограниченное применение, кроме адьювантной или хронической терапии Эктопическая кальцификация; тяжелая гипокальциемия
Глюкокортикоиды	Дни	Дни, недели	Оральная терапия, противоопухолевое действие	Активны лишь при некоторых видах опухолей, побочное действие глюкокортикоидов
Диализ	Часы	В период применения и в течение 24-48 ч	Применяют при почечной недостаточности; начало эффекта - часы; может вызвать немедленный эффект при тяжелой гиперкальциемии	Комплексная процедура, резервируемая для экстремальных или специальных обстоятельств

Таблица 155-3 Дифференциальный диагноз гиперкальциемии: лабораторные критерии

Показатели	Кровь*			
	Са	$\Phi_{\text{в}}^{**}$	1,25 (ОН) <sub>2</sub> D	иПТГ***
Первичный гиперпаратиреоз	↑	↓	↑, ↔	↑, (↔)
Гиперкальциемия при малигнизации:				
гуморальная гиперкальциемия	↑	↑	↓	↓, ↔
локальная деструкция (остеолитические метастазы)	↑	↔	↓, ↔	↓, ↔

\* В скобках указаны редко встречающиеся значения.

\*\*  $\Phi_n$  — неорганический фосфат.

\*\*\* иПТГ — иммунореактивный паратиреоидный гормон. Источник: Potts J. T. Jr.: НРІМ-13.

## Гипокальциемия

Ее симптомы включают мышечный спазм, карпопедальный спазм, гримасы, ла-рингоспазм, эпилептические припадки и остановку дыхания. При длительной гипо-кальциемии могут развиваться повышение внутричерепного давления и отек соска зрительного нерва. Другие проявления включают раздражительность, депрессию, психоз, кишечные спазмы и мальабсорбцию. Симптомы Хвостека и Труссо часто положительны; на ЭКГ наблюдают удлинение интервала QT.

Дифференциальный диагноз представлен в табл. 155-4, а другие случаи включают больных с критическими состояниями, которые перенесли преходящую гипо-кальциемию (сепсис, ожоги, острая почечная недостаточность и трансфузии крови с цитратным антикоагулянтном), гипоальбуминемические состояния (с понижением уровня общего кальция), некоторые медикаментозные воздействия (протамин, ге-парин, глюкагон) и панкреатит.

## Отсутствие ПТГ

*Недостаточность паратгормона* (ПТГ) может быть *наследственной* (изолированный дефицит, синдром Ди Георге), *приобретенной* (операции, лучевая терапия, гемохроматоз) или частью аутоиммунного синдрома (надпочечниковая, овариальная и паратиреоидная недостаточность, слизисто-кожный кандидоз, алопеция, витилиго, пернициозная анемия). Лечение заключается в возмещении кальция (кальция цитрат 950 мг, 2 таблетки 3 раза в день) и витамина D или кальцитриола (0,5 мкг/сут), дозы регулируют с учетом уровня кальция в сыворотке крови и величины экскреции кальция с мочой. Для предотвращения нефролитиаза следует избегать гиперкальциурии. (Тиазиды снижают экскрецию кальция с мочой, если применяют диету с низким содержанием натрия). Тяжелая гипомагниемия (менее 0,4 ммоль/л) может вызвать гипокальциемию, обусловленную нарушением секреции ПТГ и уменьшением периферической чувствительности к нему. Восстановление общих запасов магния в организме ведет к быстрому обратному развитию гипокальциемии. Повышение уровня **магния** в сыворотке приводит к подавлению **секреции ПТГ** и в отдельных случаях - к гипопаратиреозу и **гипокальциемии**

Таблица 155-4 Функциональная классификация гипокальциемии (исключая неонатальные состояния)

---

### Отсутствие ПТГ

- А. Наследственный гипопаратиреоз
- Б. Приобретенный гипопаратиреоз
- В. Гипомагниемия

### Неэффективный ПТГ

- А. Хроническая почечная недостаточность
- Б. Недостаточность активного витамина D
  - 1. Низкое поступление с пищей или дефицит солнечного света
  - 2. Неполноценный метаболизм: противосудорожная терапия витамин-В-зависимый рахит, тип I
- В. Неполноценность активного витамина D
  - 1. Кишечная мальабсорбция
  - 2. Витамин-В-зависимый рахит, тип II Г. Псевдогипопаратиреоз

### Подавление ПТГ

- А. Тяжелая, острая гиперфосфатемия
    - 1. Распад опухоли
    - 2. Острая почечная недостаточность
    - 3. Рабдомиолиз
  - Б. Генерализованная фиброзная остеоидистрофия после паратиреоидэктомии
- 

Примечание. ПТГ — паратгормон. Источник: Potts J. T. Jr.: НРІМ-13, р.2165.

## Неэффективный ПТГ

Таблица 155-5 Классификация псевдогипопаратиреоза (ПГП) и псевдопсевдогипопаратиреоза (ППГП)

Показатели	ПГП-Ia	ПГП-Iб	ПГП-II	ППГП
Гипокальциемия, гиперфосфатемия	Да	Да	Да	Нет
Реакция цАМФ мочи на ПТГ	↓	↓	Нормальная	Нормальная
Уровень ПТГ в сыворотке крови	↑	↑	↑	Нормальный
Недостаточность субъединиц $G_s$	Да	Нет	Нет	Да
Наследственная остеоидистрофия Олбрайта	»	»	»	»
Резистентность к гормонам, помимо ПТГ	»	»	»	±

Источник: Модифицировано, из Potts J. T. Jr.: HPIM-13, p.2169.

*Хроническая почечная недостаточность* ведет к задержке фосфата и снижению продукции и действия  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ , вызывающих гипокальциемию и вторичный гиперпаратиреоз. Связывание фосфата (гидроксид алюминия), добавление кальция (1-2 г/сут) и кальцитриола (0,25-1,0 мкг/сут) являются основой правильного лечения. Недостаточность витамина D иногда выявляют у пожилых людей. Концентрации  $25(\text{OH})\text{D}$  низки или приближаются к нижней границе нормы. Биопсия кости выявляет остеомаляцию. Лечение включает применение витамина D 1000-2000 ЕД/сут и кальция 1-1,5 г/сут. *Нарушение метаболизма витамина D* может быть результатом *противосудорожной терапии* (фенитоин) и поддается лечению с применением витамина D (50 000 ЕД в неделю) и кальция (1 г/сут). *Витамин D-зависимый рахит I типа* — аутосомно-рецессивное нарушение, вызванное дефектом в превращении  $25(\text{OH})\text{D}$  в  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ . Радикальная терапия — кальцитриол в физиологических дозах. Кишечная мальабсорбция ведет к гипокальциемии, вторичному гиперпаратиреозу и тяжелой гипофосфатемии. *Витамин D-зависимый рахит II типа* обусловлен нечувствительностью тканей к  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ . Уровни  $1,25(\text{OH})_2\text{D}$  в плазме крови повышены, по крайней мере, в 3 раза по сравнению с нормой. Лечение требует применения высоких доз витамина D. *Псевдогипопаратиреоз* обусловлен отсутствием чувствительности эффекторного органа к действию ПТГ. Рабочая классификация представлена в табл. 155-5. Лечение такое же, как при гипопаратиреозе.

Таблица 155-6 Содержание элементарного кальция в различных препаратах, содержащих кальций

Препарат кальция	Содержание элементарного кальция, мг
Кальция цитрат	40/300
Кальция карбонат	400/1000
Кальция лактат	80/600
Кальция глюконат	40/500
Кальция карбонат + 5 мкг витамина $\text{D}_2$	250 мг в таблетке

## Подавление ПТГ

Иногда потеря кальция из внеклеточной жидкости столь выражена, что ее не может компенсировать ПТГ (рабдомиолиз, гипотермия, обширная печеночная недостаточность, злокачественные гематологические процессы с острым распадом опухоли и ОПН). Кистозно-фиброзная остеодистрофия является сейчас редким проявлением гиперпаратиреоза. После паратиреоидэктомии у больных с фиброзной остеодистрофией может развиваться гипокальциемия, требующая парентерального введения кальция и кальцитриола.

## Врачебная тактика при гипокальциемии

Лечение симптоматической гипокальциемии всех типов, включает внутривенное введение кальция хлорида или кальция глюконата. Лечение хронической гипокальциемии, обычно, требует использования препарата витамина D, кальцитриола и приема орального препарата кальция (табл. 155-б).

## Магний

1

### Структура: Магний-Magnesium (Mg).

1.Химические характеристики:

- порядковый N – 12
- атомный вес – 24,32

Что же представляет собой магний? Магний - металл, серебристо-белого цвета, очень легкий (плотность 1,7), устойчивый на воздухе, так как быстро покрывается тонким слоем окиси, защищающим металл от дальнейшего окисления. Если магний поместить в пламя спички, он загорается и сгорает ярким пламенем с образованием густого белого дыма (окиси магния). При этом выделяется большое количество ультрафиолетовых лучей и тепла. Теплом, выделяющимся при сгорании одного грамма магния, можно нагреть 100 г (полстакана) ледяной воды до 50°C

Легко соединяется с галоидами, а при нагревании – с серой и азотом. Окись магния представляет собой белый порошок, легко растворимый в кислотах; с водой окись магния образует гидрат –  $Mg(OH)_2$ , являющийся основанием средней силы. Большинство солей магния хорошо растворимы в воде.

Присутствие ионов магния сообщает жидкости горький вкус.

**NB!** Ближайшим соседом магния в группе является кальций, с которым магний вступает в обменные реакции. Эти два элемента легко вытесняют друг друга из соединений.

2. Общие сведения:

В 1695 г. один из химиков, стремясь получить "философский камень", выпаривал воду, вытекавшую из недр земли близ города Эпсом (Англия). Он получил соль, обладающую горьким вкусом и слабительным действием. Спустя пять лет было обнаружено, что соль Эпсома, взаимодействуя с "постоянной щелочью" (так почти до конца XVIII в. называли соду и поташ), образует рыхлый белый легкий порошок. За внешнее сходство с другим таким же легким и рыхлым порошком, который получался при прокаливании каменистой горной породы, находящейся близ греческого города Магнезии (в Восточной Фессалии), полученный порошок стали называть белой магнезией.

Есть основания полагать, что название могло произойти и от двух других городов древней Греции с теми же самыми "именами". Один из них - Магнезия в Лидии у подножья горы Сипеле. Другая Магнезия - в Ионии, известная как подарок персидского царя Артаксеркса афинскому государственному деятелю Фемистоклу. В окрестностях этих городов тоже встречалась порода, дававшая при обжиге белый порошок, получивший название магнезии.

В 1808 г. после того, как Дэви выделил металл, способный образовывать белую магнезию, этому металлу было присвоено "имя" магний.

Магний широко распространен в природе в виде разнообразных соединений, образующих минералы: магнезит, доломит, силикаты - оливин, авгит, асбест, тальк, морская пенка и др. Магнезит образует мощные скопления, из доломита состоят целые горные хребты. Не меньшие количества соединений магния находятся в воде морей и океанов, где в пересчете на чистый магний его содержится не менее 60 000 000 000 000 т. Являясь биоэлементом, магний входит в состав живого вещества. Если в животных организмах количество магния не превышает сотых долей процента, то в растениях его уже значительно больше. Магний - необходимая составная часть красящего вещества растений - хлорофилла, играющего важную роль в процессах усвоения углекислоты.

Хлорофилл - одно из замечательных веществ в природе. Он поглощает солнечные лучи, за счет энергии которых в листе осуществляются сложные химические превращения. В результате этих превращений из углекислого газа (продукта дыхания человека, животных и растений, отброса фабрик и заводов) и воды в зеленых частях растений создаются сложные органические



вещества (сахар, крахмал и др.). Эти вещества необходимы для питания человека и животных. Данное превращение есть единственный на нашей планете естественный процесс образования органических веществ. Вот что писал по этому поводу великий русский ученый К. А. Тимирязев: "Все органические вещества, как бы они ни были разнообразны, где бы они ни встречались - в растении ли, в животном или человеке, прошли через лист... вне листа.... в природе не существует лаборатории, где бы выделялось органическое вещество. Без усвоения растениями углерода на земле не было бы жизни в том виде, в каком она есть сейчас". В этом заключается мировая, или, как говорил К. А. Тимирязев, космическая, роль растений.

Процесс образования, или синтез органических веществ в листьях, называется фотосинтезом (от греческого слова "фотос" - свет). Фотосинтез сопровождается выделением из листьев **кислорода** и поглощением солнечных лучей, энергия которых закрепляется в виде скрытой энергии органических веществ в растении. Таким образом, с помощью хлорофилла растения осуществляют санитарную роль на Земле: очищают ее от углекислоты, жизнь в которой невозможна для животных и людей, и аккумулируют солнечное тепло. Просто схватить и спрятать луч Солнца невозможно, но с помощью растения, с помощью его зеленой ветки, зеленого листа можно не только извлечь **углерод** из воздуха, но и вместе с ним положить в запас и поглощенный хлорофиллом луч Солнца. В состав хлорофилла входит до 2% магния. Без магния нет хлорофилла, а без него не могла бы быть на Земле и жизнь. Такова роль магния.

Магний в минувшей войне использовался германской армией для изготовления зажигательных бомб и осветительных ракет. В фотографии при недостатке естественного освещения также используется магниевая вспышка.

Способность магния давать прочные и легкие сплавы используется в металлургии. Из технических сплавов нашли широкое применение в машиностроении сплавы магний и "электрон". Магний - сплав 5-30 % магния с алюминием. Этот сплав тверже **алюминия**, но легче обрабатывается и полируется. Под названием "электрон" понимают ряд сплавов магния с алюминием (до 10,5%), **цинком** (до 4,5%) и **марганцем** (до 1,7%). Иногда в состав этих сплавов вводят **медь**, **бериллий**, **титан** и др.; обладая прекрасными техническими свойствами, "электрон" лишь немногим тяжелее (1,8) чистого магния.

## 2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** составляет 0.05% от массы тела.

Общее содержание магния в организме человека составляет примерно 21 г. Ежедневная потребность в магнии – 0,250-0,500 г. Особенно богата магнием растительная пища – необработанные зерновые, фиги, миндаль, орехи, темно-зеленые овощи, бананы. Значительное количество магния содержится в орехах и зерновых культурах (пшеничные отруби, мука грубого помола), урюке, кураге, сливах (чернослив), финиках, какао (порошок). Богаты им рыба (особенно лососевые), соя, орехи, хлеб с отрубями, шоколад, свежие фрукты (особенно бананы), арбузы. Магний содержат крупы (овсяная, пшеничная, гречневая), бобовые (фасоль, горох), морская капуста, кальмары, мясо, яйца, хлеб зелень (шпинат, петрушка, салат, укроп), лимоны, грейпфруты, миндаль, орехи, халва (подсолнечная и тахинная), яблоки.

## 3

**Функции:**

- 1) входит в состав почти 300 ферментов;
- 2) комплексы магния с фосфолипидами снижают текучесть клеточных мембран;
- 3) участвует в поддержании нормальной температуры тела;
- 4) участвует в работе нервно-мышечного аппарата.

Магний является необходимой составной частью всех клеток и тканей, участвуя в месте с ионами других элементов в сохранении ионного равновесия жидких сред организма; входит в состав ферментов, связанных с обменом фосфора и углеводов; активирует фосфатазу плазмы и костей и участвует в процессе нервно-мышечной возбудимости. Значение магния, как макроэлемента, в жизнедеятельности проявляется в том, что он является универсальным регулятором биохимических и физиологических процессов в организме. Магний, вступая в обратимые связи со многими органическими веществами, обеспечивает возможность метаболизма около 300 ферментов, в частности креатинкиназы, аденилатциклазы, фосфофруктокиназы, К-Na-АТФазы, Са-АТФазы, ферментов белкового синтеза, гликолиза, трансмембранного транспорта ионов и др. Магний необходим для поддержания структуры рибосом, нуклеиновых кислот и некоторых белков. Он участвует в реакциях окислительного фосфорилирования, синтезе белка, обмене нуклеиновых кислот и липидов, в образовании богатых энергией фосфатов.

Магний контролирует нормальное функционирование миокардиоцитов. Он имеет большое значение в регуляции сократительной функции миокарда.

Особое значение имеет магний в функционировании нервной ткани и проводящей системы сердца. Хорошая обеспеченность организма магнием способствует лучшей переносимости стрессовой ситуации, подавлению депрессии. Важен для метаболизма кальция, фосфора, натрия, калия, а также витамина С. Магний хорошо взаимодействует с витамином А. Таким образом, магний обеспечивает нормальное функционирование как отдельных клеток, так и отделов сердца в целом – предсердий, желудочков.

Сниженный уровень магния в крови (выявлен для детей с лишним весом) ассоциируется с развитием инсулинорезистентности, т.е., является первым шагом к развитию сахарного диабета.

В рационе тучных детей отмечен явный дефицит продуктов, богатых магнием – рыбы, соевых, овощей, орехов. Магний играет важную роль в метаболизме углеводов, его дефицит является уже доказанным фактором риска диабета у взрослых, а теперь – исходя из данных этого исследования – и у детей.

*Подробнее – в Diabetes Care, 2005;28:1175-1181*

## 4

**Вход:** Магний поступает в организм с пищей, водой и солью. Часть ионизированного магния отщепляется от магниевых солей пищи еще в желудке и всасывается в кровь. Основная часть труднорастворимых солей магния переходит в кишечник и только после соединения их с жирными и щелочными кислотами всасывается в кровь. Эти комплексные соединения магния поступают в печень. Пути их дальнейшего распространения по органам пока не изучены.

## 5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

**Преобразование и распределение:** В клетках его содержится в 10 раз больше, чем во внеклеточной жидкости. Много магния в мышечной и костной ткани, также в нервной и печеночной. Образует комплексы с АТФ, цитратом, рядом белков.

Главное «депо» магния находится в костях и мышцах: в костях фосфорнокислого магния содержится 1,5%, в эмали зубов – 0,75% (в кариозных зубах – 0,83-1,88%).

**Выход:** Нормально магний выделяется почками в виде фосфатов, но главным образом кишечником в количестве 0,2-0,3 мг/сутки.

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Избыток магния оказывает в основном слабительных эффект (особенно сульфат магния внутрь). При парентеральном введении сульфата магния наблюдаются симптомы: общее угнетение, вялость, сонливость, наркоз наступает при концентрации магния до 15-18 мг% (вместо нормы – 4 мг%).

Способность магниевых солей вызывать наркоз была впервые обнаружена Мельцером и Ауэром в 1905 году.

При более детальном изучении этого явления было установлено, что 25% раствор MgSO<sub>4</sub>, вводимый в интрадуральное пространство действует подобно кокаину, вызывая полную анестезию.

Уменьшение магния в организме приводит к увеличению содержания кальция. Недостаточное содержание магния в организме проявляется множеством симптомов. Из них наиболее характерны следующие:

- синдром «хронической усталости», проявляющийся слабостью, недомоганием, снижением физической активности и т.п.;
- снижение умственной работоспособности, ослабление концентрации внимания и памяти, головокружение, давящая головная боль, снижение слуха, иногда даже появление галлюцинаций;
- повышение АД;
- склонность к образованию тромбов;
- склонность к нарушениям сердечного ритма.

Кроме того, могут наблюдаться тремор, хореоподобные движения и судороги скелетной мускулатуры, наиболее часто икроножных и подошвенных мышц, иногда очень болезненные спастические сокращения кишечника, бронхов, пищевода, повышение сократимости матки. Могут появляться тетания (при нормальном или пониженном содержании кальция), возбуждение, делирий.

Дефицит магния, возникающий во время беременности, способствует более частому развитию токсикозов (как в первой, так и во второй половине беременности). При этом повышается угроза выкидышей и преждевременных родов.

**Избыток магния может приводить к дефициту кальция и фосфора.**

Существенно увеличивается потребность организма в магнии при физических нагрузках, у спортсменов в процессе длительных и интенсивных тренировок, во время ответственных соревнований, а также при стрессовых ситуациях. Потеря организмом магния в подобных ситуациях адекватна степени физической или эмоциональной нагрузки. У 90% больных, перенесших инфаркт миокарда, выявляется дефицит магния, который усиливается в остром периоде заболевания. Дефициту магния в организме могут способствовать употребление алкоголя, гипертермия, прием диуретических препаратов.

Выключение магния из диеты, богатой кальцием обуславливает задержку кальция во всех тканях, в особенности – сердечной мышце и почках, что приводит к их обывествлению.

С целью нормализации функции паращитовидных желез, устранения гипомagneзмии в комплексное лечение рахита включают один из магниесодержащих препаратов (панангин, аспаркам, милк оф магнезия) или 1% раствор сульфата магния из расчета 10 мг магния на 1 кг массы в сутки в течение 3-4 нед.

Дефицит магния в организме можно заподозрить при следующем клиническом эффекте: при в/м введении 24% р-ра магнезии возникает сильная боль, может быть спазм и судорожные подергивания мышц. После 5 уколов боль значительно уменьшается. Если после укола магнезии появляется подкожная гематома, это может свидетельствовать о дефиците кальция. Уколы магнезии в/м в дозе 10мл-24%р-ра желательнее делать через день и в разные ягодичы.

Тяжелая гипомagneмия (менее 0,4 ммоль/л) может вызвать гипокальциемию, обусловленную нарушением секреции ПТГ и уменьшением периферической чувствительности к нему. Восстановление общих запасов магния в организме ведет к быстрому обратному развитию гипокальциемии.

Однако надо помнить, что повышение уровня **магния** в сыворотке приводит к подавлению **секреции ПТГ** и в отдельных случаях - к гипопаратиреозу и **гипокальциемии**

## Фосфор

**Структура: Фосфор-Phosphorus (P).**

Химические характеристики:

- порядковый N - 15

- атомный вес - 31,0

Фосфор известен в четырех аллотропических модификациях; практически применяют только две - белый и красный фосфор.

Белый фосфор - твердое кристаллическое вещество, причем в химически чистом виде кристаллы белого фосфора совершенно бесцветны, прозрачны и очень хорошо преломляют свет. На свету они быстро желтеют и утрачивают прозрачность. Поэтому в обычных условиях фосфор внешне очень похож на воск, но тяжелее его (плотность белого фосфора 1,84). На холоду фосфор хрупок, но при комнатной температуре сравнительно мягок и легко режется ножом. При 44° С белый фосфор плавится, а при 280,5° С кипит. Белый фосфор, окисляясь **кислородом** воздуха, светится в темноте и легко воспламеняется при слабом нагревании, например от трения

Температура воспламенения совершенно сухого и чистого фосфора близка к температуре человеческого тела. Поэтому его хранят только под водой. В первую мировую войну белый фосфор использовался в качестве зажигательного материала в артиллерийских снарядах, авиационных бомбах, гранатах, пулях.

.Общие сведения:

Фосфор - один из сильнейших ядов. Одна десятая доля грамма фосфора уже смертельная для человека. С другой стороны, фосфор - составная часть животного организма, без него животные и человек существовать не могут. **Недостаток фосфора в организме вызывает задержку роста, слабость, прогрессивное исхудание и смерть.** Прибавление же к пище растущих животных незначительных количеств фосфора (0,00015 г в день) ведет к улучшению аппетита, увеличению веса, числа красных кровяных шариков (эритроцитов), росту и уплотнению костей. Основная масса фосфора в организмах животных и человека содержится в костях. Соединения фосфора входят также в состав мозга, нервов, крови. Общее количество фосфора в организме человека достигает 500 г. Этим количеством свободного фосфора могут смертельно отравиться 5000 человек, и это же количество фосфора необходимо для нормального существования одного человека.

В поисках эликсира молодости и попытках получения **золота** алхимик XVII столетия Геннинг Бранд из Гамбурга пытался изготовить "философский камень" из мочи. Для этой цели он выпарил большое количество ее и полученный после упаривания сиропобразный остаток подверг сильному прокаливанию в смеси с песком и древесным углем без доступа воздуха. В результате Бранд получил вещество, обладающее необыкновенными свойствами: оно светилось в темноте; брошенное в кипящую воду, выделяло пары, загоравшиеся на воздухе с выделением густого белого дыма, растворявшегося в воде с образованием кислоты. Интерес к новому веществу был огромный, и Бранд надеялся извлечь из своего открытия изрядную прибыль: недаром он был в прошлом гамбургским купцом. Сохраняя способ изготовления в строжайшей тайне, Бранд показывал новое вещество за деньги, а желающим продавал его небольшими порциями только за чистое **золото**. Спустя некоторое время Бранд продал также и секрет изготовления фосфора дрезденскому химику Крафту, который, подобно Бранду, стал ездить по дворцам влиятельных особ, показывая фосфор за деньги, наживая огромное состояние. В частности, на опыты Крафта при дворе герцога Иоганна Фридриха в Ганновере обратил внимание известный немецкий философ и математик Лейбниц, служивший тогда при дворе герцога в должности библиотекаря. Согласно свидетельству Лейбница, немецкий химик, профессор Виттенбергского университета Иоганн Кункель узнал через Крафта рецепт изготовления фосфора и после ряда неудач, видоизменив способ Бранда, сумел получить фосфор, заявив претензию на самостоятельность открытия. Каспар Кирхмейер, тоже профессор Виттенбергского университета, взяв у Кункеля сведения о новом способе получения фосфора, опубликовал статью под длинным и интригующим названием: "Постоянный ночной светильник, иногда сверкающий, который долго искали, ныне найденный". В этой статье впервые сообщались некоторые свойства и особенности фосфора. Независимо от Бранда, Кункеля и Кирхмейера в Англии в 1680 г. фосфор был получен Бойлем. Бойль посвятил в открытие своего ассистента Гауквица, который, как и его предшественники, старался из этого извлечь для себя выгоду. Однако это в полной мере удалось осуществить Гауквицу только после смерти Бойля. Развернув производство фосфора в коммерческом масштабе, Гауквиц нажил огромное состояние на продаже фосфора отдельным ученым и научным учреждениям Европы. В 1743 г. химик А. Марграф нашел более совершенный способ получения фосфора и опубликовал свои данные для всеобщего сведения. Открывшаяся возможность каждому желающему приготовить "собственный" фосфор свела на нет "фосфорную спекуляцию".

После открытия фосфора его способность светиться в темноте была вновь использована, но для других целей. На этот раз фосфором стали промышленно представлять представители религиозных культов. Рецепты использования фосфора были самые разнообразные. Например, в расплавленный, но уже загустевший воск или парафин добавляли небольшое количество белого фосфора. Из полученной смеси формовали карандаши, которыми делали надписи на стенах храмов и иконах. Ночью были видны "таинственные надписи". Фосфор, медленно окисляясь, светился, а парафин, защищая его от быстрого окисления, увеличивал продолжительность явления. Растворяли белый фосфор в бензоле или сероуглероде. Полученным раствором смачивали фитили свечей или лампад. После испарения растворителя белый фосфор загорался, а от него воспламенялся фитиль. Так фабриковалось "чудо", именуемое "самовоспламенением свечей".

Белый фосфор получается при быстром охлаждении паров фосфора; это твердое кристаллическое вещество, в чистом виде совершенно бесцветное, при нагревании переходит в красный неядовитый фосфор. На воздухе фосфор дымит, издавая при этом чесночный запах, и окисляясь светится в темноте, легко самовоспламеняется и от трения загорается.

В природе фосфор, вследствие быстрой окисляемости, в свободном состоянии не встречается; входит в состав минеральных соединений в виде фосфорита, состоящего главным образом из фосфорнокислого кальция  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$ , содержащего кроме фосфорнокислого кальция фтористый кальций  $\text{CaF}_2$  или хлористый кальций  $\text{CaCl}_2$ .

Фосфор отнимает кислород от многих веществ, образуя фосфорный ангидрид  $\text{P}_2\text{O}_5$ , легко вступает в соединения с металлами, образуя соли - фосфаты и фосфиты, а также соединения с серой, водородом и хлором.

Свободный фосфор был случайно открыт в 1669 году алхимиком Брандом. Долгое время фосфор являлся одним из самых больших секретов алхимии. Прошло почти два века, пока знаменитый химик Либих открыл тайну значения фосфора и фосфорной кислоты в жизни растений.

Растения извлекают из почвы огромное количество фосфора в виде солей фосфорной кислоты, которые идут для построения белка. Особенно много фосфора содержится в семенах растений.

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Составляет 1% от массы тела (600-900 грамм).

Суточная потребность взрослого человека 1200мг.

Источник поступления мясо, рыба, молоко, крупы, хлеб, картофель

3

#### **Функции:**

Фосфор в виде своих соединений играет выдающуюся роль во всех процессах организма. Фосфорная кислота участвует в построении многочисленных ферментов (фосфатаз) - подлинных двигателей химизма клеток. Она необходима для обмена жиров, для синтеза крахмала и гликогена, а также для их распада, что происходит путем фосфоролиза, т.е. присоединения молекулы фосфорной кислоты.

Из фосфорнокислых солей состоит ткань нашего скелета. Особенно богата фосфорной кислотой ткань самой совершенной функции - ткань мозга и нервных клеток.

4

**Вход:** С растительной и животной пищей фосфор в виде органических соединений - фосфопротеидов, фосфатидов (липоидов) - поступает в организм человека, где вовлекается в непрерывный обмен. Отщепление фосфорной кислоты от органических соединений происходит уже в желудке. Фосфорная кислота здесь частично образует растворимые соли калия, натрия и кальция. Значительная ее часть при переходе из кишечного канала в кровь воротной вены уже в самой кишечной стенке снова образует органические соединения.

5

**Транспорт:** В крови фосфор находится в виде органических и неорганических соединений. Количество неорганических солей фосфорной кислоты в крови здоровых людей почти стабильно. У детей содержание неорганических фосфорных соединений в крови выше, чем у взрослых (в среднем у детей 5 мг%, у взрослых - 2,5-3,5 мг%).

6

**Преобразование и распределение:** Главным "депо" органических фосфорных соединений являются мышечная и костная ткани. В плазме крови при физиологических рН фосфор на 80 % представлен двухвалентным и на 20 % одновалентным анионом фосфорной кислоты. Фосфор входит в состав коферментов, нуклеиновых кислот, фосфопротеинов, фосфолипидов. Вместе с кальцием фосфор образует апатиты – основу костной ткани.

7

**Выход:** Выделение фосфорных соединений из организма происходит через кишечник и почки. В норме за сутки выделяется от 1,5 до 1,75 г. Эта потеря может быть возмещена при ежедневном поступлении фосфора в количестве от 1,6 до 2,0 г.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

При нарушении процесса обмена веществ кальциевые и магниевые соли фосфора попадают в мочу и развивается фосфатурия.

Избыток фосфора и его проявления:

Однократная доза фосфора 0,05 и больше производит острое отравление с симптомами со стороны ЖКТ: сильная боль, рвота, иногда через несколько часов наступает смерть.

Патанатомическую картину острого фосфорного отравления составляют многочисленные кровоизлияния в коже, подкожной клетчатке, в мышцах, серозных оболочках, слизистой оболочке ЖКТ; отложение жира и развитие соединительной ткани в скелетных мышцах, жировая дистрофия мелких артерий, сердца, печени и почек.

Хроническое отравление выражается расстройством обмена веществ в организме и в костной ткани в частности. Отлагаясь преимущественно в костях, фосфор производит разрежение костной ткани и расширение костномозговых пространств. Наиболее частой формой отравления является некроз челюстей. В качестве симптомов наблюдаются упорные зубные боли, ломкость, расшатывание и выпадение зубов.

До запрещения применения фосфора в спичечном производстве (до начала 20-го века) фосфор давал значительное количество тяжелых отравлений. В настоящее время случаи отравления сравнительно редки.

Недостаток фосфора и его проявления:

Проявления недостаточности фосфора вытекают из его биологического значения для функций организма, которое трудно переоценить.

Это нарушения обмена веществ, нарушения функций нервной системы, костно-мышечные патологии. Известен афоризм химика: "Без фосфора нет мысли". В. А. Энгельгардт добавляет: "Без фосфора нет движения, ибо химизм мышечных сокращений - это целиком химия фосфорных соединений. При обязательном и решающем участии фосфорной кислоты протекают брожение и дыхание - эти два величайших двигателя, на работе которых покоится существование и деятельность всех живых организмов".

## Цинк

1

**Структура:** Zn

Химические характеристики:

- порядковый N – 30

- атомный вес – 65,4

Цинк – синевато-белый металл. На воздухе покрывается тонкой пленкой окислов. В разбавленных кислотах цинк легко растворяется с образованием соответствующих солей. При сгорании превращается в окись – ZnO. Нагретый до 100-150° С цинк становится очень ковким и тягучим, а при 200° С настолько хрупким, что его можно истолочь в порошок.

В природе встречается преимущественно в виде сернистых соединений. Цинк не устойчив к действию кислот и щелочей и растворяется в них. Поэтому в оцинкованной посуде не следует варить пищу, квасить капусту, огурцы или помидоры, хранить томат. Возможны очень опасные отравления, так как растворимые соединения цинка ядовиты.

Общие сведения:

Трудно представить что-либо общее между обыкновенным ведром, необходимым в домашнем обиходе, и... пудрой, находящейся в изящной пудренице на туалетном столике. А общее, тем не менее в этих предметах есть. Это - цинк. В одном случае он тонким слоем покрывает стенки ведра и предохраняет **железо** от быстрого ржавления и порчи. В другом - тот же цинк, но в соединении с **кислородом**, в виде белого тонкого порошка, является составной частью пудры. Окись цинка - это пушистый порошок, крупинки которого при сильном увеличении напоминают паука с растопыренными лапками. Этими "лапками" частицы окиси цинка цепляются за шероховатости кожи, при напудривании лица. Пары цинка воспламеняются на воздухе с образованием густого белого дыма - окиси цинка. Окись цинка собирается, очищается от примесей и используется как составная часть пудры. Однако то, что так просто описано, в реальном производстве выглядит куда сложнее: нужны машины для размола, тончайшие сита, очень чистый цинк, пахучие вещества, специальные жиры и многое другое. Да и сама пудра - не главная область применения цинка.

Большого количества окиси цинка требует фармацевтическая промышленность для изготовления присыпок, суспензий, гигиенических паст, различного рода мазей, пластырей и т. д. Широкое практическое применение находит окись цинка для изготовления белил, используемых в малярном деле, живописи, и т. д. Большие количества цинка расходуются на устройство гальванических элементов.

Цинк так прочно вошел в наш быт, что мы его просто не замечаем. А вместе с тем водосточная труба, корыто, крыши многих домов, садовые лейки, проволока для морских канатов, части мясорубок, машинки для чистки овощей изготовлены с применением цинка. Цинк есть в латунном кофейнике и ступке с пестиком для дробления корицы, орехов, приготовления сахарной пудры. В стенках блестящего самовара цинк спрятался под тоненькой пленкой **никеля**, он есть и в патроне для электрической лампочки, и в гильзе артиллерийского снаряда, и в различных деталях машин. Спички и галоши, целлулоидные игрушки и эмалированную посуду, акварельные краски для детей и даже картинку в книжке нельзя сделать без применения цинка или его соединений. Всюду цинк. В том числе и в организмах человека, животных и растений.

В биологическом отношении цинк - весьма интересный элемент. Растениям для нормального роста и развития необходимы небольшие количества цинка. Но в некоторых растениях содержится много цинка. Так, в широко распространенном подорожнике содержится 0,02% цинка, фиалке-0,05%. Развитие различных грибов, в том числе и дрожжевого, ускоряется в присутствии цинка. У некоторых беспозвоночных животных цинк играет ту же роль, что **железо** в крови у позвоночных. В ходе развития животного мира происходил своеобразный процесс выбора наилучшего переносчика **кислорода** в акте дыхания. Наиболее подходящим для этой цели оказалось **железо**. Однако у одних животных его роль выполняет **медь**, у других - цинк. Зола некоторых ракушек содержит до 10-15 % цинка. В человеческом организме цинком особенно богаты зубы (0,02%), нервная ткань, печень.

Цинк известен уже давно. Латунь - сплав **меди** и цинка - знали еще древние. Затем сведения о цинке были утрачены, и только в 1721 г. саксонский металлург И. Генкель (кстати, у него обучался металлургии М. В. Ломоносов) открыл способ получения цинка из руды. Название и химический знак цинка произошли от слова цинкен, которым называли остатки в ретортах, где впоследствии был обнаружен цинк.

Между прочим один из красивейших и обширнейших залов Большого Кремлевского дворца в Москве- Георгиевский зал имеет 18 витых, отлитых из цинка колонн, украшенных великолепным орнаментом и увенчанных статуями побед с лавровыми венками и памятными датами работы скульптора И. П. Витали. Одна из статуй создала в честь воссоединения Украины с Россией.

## 2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточная потребность человека в цинке составляет 15-20мг для взрослых и 4-6мг для детей. Наиболее богаты цинком дрожжи, пшеничные, рисовые и ржаные отруби, зерна злаков и бобовых, какао, морепродукты. Наибольшее количество цинка содержат грибы – в них содержится 130-202,3мг на 1 кг сухого вещества. В луке – 100,0 мг, в картофеле -11,3мг, в коровьем молоке – примерно 3 мг/ 1 литр.

Наибольшее количество цинка содержится в субпродуктах, в мясных продуктах, нешлифованном рисе, грибах, устрицах, других морских продуктах, дрожжах, яйцах, горчице, фисташках. Почти в 10 раз его меньше в пшеничных зародышах, ягодах черники, семенах тыквы, овсяных хлопьях. Значительное количество цинка содержат семена подсолнуха. Намного меньше его в свином сале и чесноке. Количество цинка существенно снижается при чрезмерной очистке и переработке продуктов. Так, в коричневом рисе в 6 раз больше цинка, чем в белом рисе после его шлифовки

## 3

**Функции:** является кофактором ряда ферментов

Цинк оказывает влияние на активность половых и гонадотропных гормонов гипофиза. Цинк также увеличивает активность ферментов: фосфатаз кишечной и костной, катализирующих гидролиз. Тесная связь цинка с гормонами и ферментами объясняет его влияние на углеводный, жировой и белковый обмен веществ, на окислительно-восстановительные процессы, на синтетическую способность печени. Считается, что цинк обладает липотропным эффектом, т.е. способствует повышению интенсивности распада жиров, что проявляется уменьшением содержания жира в печени.

Цинк зависимыми являются такие жизненно важные гормоны, как инсулин, кортикотропин, соматотропин, гонадотропины. Цинк служит составной частью более 80 ферментов в организме человека, он необходим для образования эритроцитов и других форменных элементов крови.

Цинк является важным компонентом ряда металлоферментов, таких как карбоангидраза, щелочная фосфатаза и др. Цинк играет важную роль в метаболизме РНК и ДНК, в функционировании Т клеточного звена иммунитета, в метаболизме липидов и белков.

Цинк способен корректировать адаптационные механизмы при гипоксемических состояниях, увеличивать емкостные и транспортные способности гемоглобина по отношению к кислороду. Наряду с противоокислительным действием цинк уменьшает неспецифическую проницаемость мембран клеток, являясь их протектором, и участвует в предотвращении фиброза. Считают, что цинк обладает антиоксидантными свойствами, а также улучшает действие других антиоксидантов

4

**Вход:** Приобретенная недостаточность цинка может быть обусловлена недостаточным его поступлением в организм с пищей, а также развиваться в связи с тем, что содержащиеся в пище волокна и фитаты ухудшают всасывание цинка в кишечнике. Значительное количество таких волокон и фитатов имеется в хлебе, приготовленным из муки цельнозернового зерна. Всасывание цинка может снижаться при некоторых паразитарных и хронических заболеваниях кишечника. Дефицит цинка развивается при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, нефрозе, циррозе и других заболеваниях печени, системных заболеваниях соединительной ткани, болезнях крови, псориазе, новообразованиях и иных патологических процессах. Содержание цинка в организме снижается на фоне приема противозачаточных средств, кортикостероидов.

Опасность дефицита цинка может появляться у строгих вегетарианцев, так как они длительно не употребляют продуктов, содержащих достаточное количество данного элемента. Его уровень значительно ниже в организме курильщиков и алкоголиков. Кроме того, в некоторых регионах (например, Ближнего Востока) в связи с небольшим содержанием цинка в почве снижена его концентрация в пищевых продуктах.

Усиливают всасывание в тонкой кишке – аминокислоты, пептиды, йодохинол и другие комплексообразующие соединения

Всасывание цинка происходит в верхнем отделе тонкого кишечника. Всасыванию препятствуют карбонаты, с которыми цинк образует труднорастворимые соли. Даже при питании продуктами, богатыми цинком, не удается повысить содержание цинка в крови.

5

**Транспорт:** По сосудам в составе крови. В сыворотке крови 70% цинка слабо связано с альбумином и другими белками и служит источником цинка для клеток.

6

**Преобразование и распределение:** отложение цинка в печени доходит до 500–600мг/1 кг веса; кроме того, цинк отлагается преимущественно в мышцах и костной системе. 99% цинка в организме находится внутри клеток, а остальная часть в плазме крови и во внеклеточной жидкости.

7

**Выход:** Выделение происходит через секреты поджелудочной железы и кишечника

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

При цинковом отравлении наступает фиброзное перерождение поджелудочной железы. При вдыхании паров цинка (сварщиками) ведет к развитию литейной лихорадки или латунной простуды, проявляющейся ознобом, Т, обильным слюноотделением, головной болью, кашлем, лейкоцитозом. Избыток цинка задерживает рост и нарушает минерализацию костей. При дефиците цинка наблюдается задержка роста, перевозбуждение нервной системы и быстрое утомление. Поражение кожи происходит с утолщением эпидермиса, отеком кожи, слизистых оболочек рта и пищевода, ослаблением и выпадением волос. Недостаточность цинка также приводит к бесплодию.

Дефицит цинка может приводить к усиленному накоплению железа, меди, кадмия, свинца. **Избыток приводит** к дефициту железа, меди, кадмия.

Дефицит цинка сказывается на половой функции, а также на функции многих других органов и систем. Многочисленные проявления дефицита цинка в организме часто сходны с теми, которые развиваются при синдроме преждевременного старения. Часто при этом нарушаются клеточный иммунитет и заживление ран, иногда развивается энцефалопатия.

Недостаточность цинка у беременных женщин может вызвать анэнцефалию у плода. С цинком в организме тесно взаимосвязан другой важный микроэлемент – селен. Он также регулирует половую функцию. Обычно при недостаточном синтезе половых гормонов в организме имеется дефицит, как цинка, так и селена.

Недостаточность: Замедление роста, алопеция, дерматит, диарея, иммунологические нарушения, психические нарушения, атрофия гонад, нарушение сперматогенеза, врожденные пороки развития.

Токсическое действие: Язва желудка, панкреатическая летаргия, анемия, лихорадка, тошнота, рвота, дыхательная недостаточность, фиброз легких

Препараты цинка используются для лечения заболеваний кожи (угревая болезнь) и ее повреждений (ожоги, раны).

## Селен

1

**Структура: Селен - Selenium (Se).**

Химические характеристики и общие сведения::

- порядковый N - 34

- атомный вес - 79,0

В чистом виде встречается в природе редко, главным образом в виде примеси к сернистым металлам, а также молибдену и самородной сере. Известен в нескольких аллотропических видоизменениях, из которых наиболее часто встречаются аморфный селен в виде красно-бурого порошка и кристаллический селен, хрупкое вещество серого цвета с металлическим

блеском. По своим химическим свойствам близок к сере и телуру. С водородом образует селенистый водород H<sub>2</sub>Se - бесцветный ядовитый газ с неприятным чесночным запахом, водный раствор его является кислотой. Основным проявлением биологической активности селена является его способность замещать серу.

Селен не является нормальной составной частью организма человека. Его физиологические и биологические функции мало изучены. В малых количествах его присутствие в организме оказывает антиоксидантное действие.

Греческое слово "селене" означает луна. Свое название селен получил потому, что, подобно Луне, сопровождающей Землю в ее бесконечном путешествии во Вселенной, он всегда сопровождает другой химический элемент, **теллур**, названный так в честь Земли: "теллус" - земля. Селен был открыт и назван в 1817 г. шведским химиком Берцелиусом.

...Бурили нефтяную скважину. С глубины около 1200 м из скважины стремительно вырвался фонтан воды. Бурные потоки воды устремились в ручей, из ручья - в глубокий овраг и далее - в небольшую речушку, на берегах которой росла сочная трава, служившая кормом для коров. Спустя некоторое время с коровами стало происходить что-то неладное. Деформировались рога, стала выпадать шерсть, появился насморк, копыта размягчались и превратились в бесформенные сбитые "култышки". Картину такого странного заболевания ветеринары наблюдали впервые и поэтому беспомощно разводили руками. На выручку пришли химики. Тщательное исследование травы и почвы, на которой она росла, показало наличие небольших количеств селена. Откуда же он попал в почву? Все пути вели к воде. Оказалось, что соединения селена были в воде речушки, куда, очевидно, он попал вместе с водой из буровой скважины. Возник и другой вопрос. Не он ли виновник несчастья, случившегося с коровами? Ответ был утвердительным. Да, он.

Селен - сильный яд, действующий в организме, подобно мышьяку. При селеновом отравлении появляется головная боль, затяжной насморк, сыпь, выпадают волосы, размягчаются ногти и пр. Одно из профессиональных заболеваний, которому подвержены химики, работающие с соединениями селена, получило специальное название - "селеновый насморк". При хроническом отравлении организма селеном возникает запах селеноводорода отвратительный и трудно переносимый.

В отличие от серы "металлическая" форма селена, хотя и слабо, но проводит электрический ток, причем электропроводность зависит от освещения. Этим свойством селена пользуются в электро- и радиотехнике. Большие количества селена расходуются на изготовление выпрямителей переменного тока. Селен используется при вулканизации каучука, в стекольной промышленности для обесцвечивания стекла, окрашенного солями железа. Требуется селен и в фотопромышленности, в физике и астрофизике для постройки точных приборов.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточные нормы составляют: 50 мкг - для женщин, 70 мкг - для мужчин, 65 мкг - для беременных и 75 мкг - для кормящих грудью. Содержится в морепродуктах, почках, печени, пшеничных зародышах, отрубях, луке, чеснок, помидорах, капусте брокколи

3

**Функции:** Роль селена в организме еще мало изучена. Тем не менее, считается, что его присутствие в организме оказывает антиоксидантное действие, замедляя старение. Кроме того, селен помогает поддерживать юношескую эластичность в тканях, способствует устранению и появлению перхоти.

Селен - биологически активный микроэлемент, входящий в состав ряда гормонов и ферментов и связанный таким образом с деятельностью всех органов, тканей и систем. Его наличие в организме наряду с другими микроэлементами необходимо для поддержания нормального функционирования организма. Селен вместе с витамином Е входит в состав фактора, предотвращающего некротические процессы в клетках организма. Селен участвует в процессах воспроизводства, развитии молодого организма и старении человека, следовательно, во многом влияет на продолжительность его жизни. Селен является одним из ключевых микроэлементов, обеспечивающих нормальную функцию ферментативной антиоксидантной системы организма. В отдельных случаях он может выполнять функции витамина Е, повышать выработку эндогенных антиоксидантов белковой и липидной природы, влиять на многие стороны метаболизма и синтеза в организме. Селен в комбинации с витаминами Е и А в значительной степени защищает организм человека от радиоактивного облучения. Известно биологическое взаимодействие селена не только с витаминами А и Е, но и с другими микроэлементами. Селен - достаточный мощный антиоксидант, он стимулирует образование антител и этим повышает защиту от простудных и инфекционных заболеваний, участвует в выработке эритроцитов, способствует поддержанию и продлению сексуальной активности. На фоне недостаточного содержания селена в организме у многих людей отмечается более тяжелое течение гриппа. В ходе экспериментов на лабораторных животных те из них, которые не получали с пищей достаточно селена, болели тяжелее, а инфекция у них сопровождалась более выраженными изменениями в организме. По мнению ученых, селен участвует в деятельности иммунной системы.

4

**Вход:**

5

**Транспорт:**

6

**Преобразование и распределение:** ферментные системы

7

**Выход:**

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

В больших количествах соединения селена проявляют большую, чем у серы токсичность. Симптоматологию хронической интоксикации селеном в основном можно свести к двум четко очерченным формам поражения - к гепато - холецистопатии (увеличение печени до 3-х см и боли в правом подреберье) и к изменениям, проявляющимся главным образом в нервно-мышечном аппарате (боли в конечностях, судороги, чувство онемения).

При дефиците селена в организме усиленно накапливаются мышьяк и кадмий, которые, в свою очередь, усугубляют дефицит селена. В свою очередь селен защищает организм от тяжёлых металлов, а избыток может привести к дефициту кальция. Селен хорошо сочетается с витамином E

Его отсутствие или дефицит снижает иммунный ответ. В районах, где наблюдается недостаточное потребление селена, увеличивается рост онкологических заболеваний. Имеются сообщения, что селен способен снижать заболеваемость раком почти на 40% и уменьшать смертность от рака до 50%. Популяционными исследованиями установлено, что в тех регионах мира, где более высокое содержание селена в почве, значительно ниже показатели заболеваемости раком легких, прямой кишки, матки. Низкое содержание селена отмечается у больных хронической ИБС, инфарктом миокарда, бронхиальной астмой.

В последние десятилетия появились исследования, согласно которым дефицит селена, возможно, является одной из причин развития кешанской болезни и болезни Кашина-Бека. Известно, что основные очаги кешанской болезни встречаются в некоторых провинциях Китая - «болезнь Кэшань» (по наименованию провинции, где она изучалась). В этих очагах детская кардиомиопатия, обусловленная селеновой недостаточностью, предупреждалась назначением селено-метионина в дозе, соответствующей 150 мкг селена в сутки. Наиболее физиологичные 2-х валентные фармакологические формы селена, только еще появляются на нашем фармацевтическом рынке (Селекор, Эбселен и др.).

## Медь

1

### Структура: Медь-Cuprum (Cu).

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N – 29
- атомный вес – 63,54

В чистом виде медь - это вязкий металл красно-розового цвета с температурой плавления 1083°C, с большой плотностью (9) и исключительно хорошей тепло- и электропроводностью. В этом отношении медь уступает только [серебру](#). Попробуйте представить электротехнику без меди, а машиностроение - без медных сплавов

Медь образует 2 ряда соединений:

- закиси, где она одновалентна
- окиси, где она двухвалентна

В природе медь встречается в самородном состоянии, но редко. Обычно – в виде сернистых соединений.

Из руд наиболее важны: красная медная руда, малахит, медный блеск, медный колчедан.

Первое знакомство человека с медью произошло, очевидно, в доисторические времена. В природе медь иногда встречается в самородном состоянии в виде отдельных кристаллов, кусочков и крупных кусков. Самый крупный из когда-либо найденных самородков меди весил 420 т. Интересно отметить, что у некоторых крупных самородков меди, найденных еще в древности, иногда выступающие части обрублены... каменными топорами. Нетрудно представить, сколько усилий потратили первобытные люди для этой операции. Как известно, вначале человек освоил камень. Из камня он научился делать свои первые орудия и в том числе каменный топор. С помощью каменного топора впоследствии, возможно, был изготовлен... медный топор. Таким образом, медь стала одним из первых металлов, который человек начал применять в своей сознательной деятельности. Медь хорошо была известна в доисторические времена людям, населявшим районы Северной Америки. Там, на побережье Гудзонова залива и берегах Верхнего Озера, находили большие самородки меди и обрабатывали ее холодным способом. Этот способ обработки самородной меди сохранился у индейцев до времен Колумба.

Так как самородки меди встречаются редко, то за несколько тысяч лет до нашей эры человек нашел способ получения меди из медных руд. У египтян, например, медь была известна очень давно и уже при первых фараонах(4000- 5000 лет до н. э.) добыча меди производилась в рудниках Синайского полуострова. С глубокой древности известны медные руды на острове Кипр в Средиземном море. Ученые полагают, что научное название меди "купрум" происходит от наименования острова Кипр, где были медные рудники древних римлян.

Русское слово "медь", по мнению некоторых исследователей, произошло от слова "смида", которое у некоторых древних племен, населявших европейскую часть бывшей территории СССР, обозначал вообще металл.

Опыт применения этого металла показывал людям древности малую твердость меди, что заставляло задумываться над способами улучшения ее качества. Случайное образование сплава меди с [оловом](#) при обработке некоторых руд, содержащих медь и олово вместе, не прошло мимо внимания первобытных "металлургов". Преимущества полученного таким образом сплава послужили толчком к искусственному его воспроизводству.

Это открытие, по-видимому, было сделано в Месопотамии (Ирак), откуда впоследствии распространилось по странам Ближнего и Дальнего Востока. Название сплава меди с [оловом](#) - бронза - имеет значительно более позднее происхождение и связано с названием небольшого итальянского торгового городка Бриндизи на берегу Адриатического моря. Среди предметов торговли были и изделия из бронзы от латинского "Эс брундуси", т. е. медь из Бриндизи. Бронза тверже меди, более легкоплавка, устойчива на воздухе, легко полируется, хорошо отливается в формы.

В практическую деятельность человека вошла бронза, положив начало бронзовому веку. Изделия из бронзы отливались у ассирийцев, египтян, индусов и других народов древности. Однако цельные бронзовые статуи древние мастера научились отливать не раньше пятого века до нашей эры. Некоторые из этих произведений искусства достигали гигантских размеров. Таким, например, был разрушенный землетрясением в 227 г. до нашей эры Колосс Родосский- достопримечательность древнего порта Родоса, находившегося на одноименном самом восточном острове Эгейского моря. Созданный Харесом около 290 г. до н. э. в честь бога солнца Гелиоса, 32-метровый Колосс Родосский стоял над входом во внутреннюю гавань порта. Самые крупные суда свободно проходили под ним с развернутыми парусами.



Высокого мастерства в получении литья из бронзы достигли японцы. Достаточно указать на гигантскую статую Будды в храме Тодайдзи весом более четырехсот тонн, отлитую в 749 г., чтобы судить, на каких высотах мастерства находились японские литейщики.

Дошедшие до наших дней статуи (Марк Аврелий, Дискобол, Спящий сатир, Никея и др.) свидетельствуют о большом распространении и значении бронзы в искусстве древнего мира.

Медь широко использовалась для разнообразных нужд. По свидетельству историков древности, в Александрии изготавливали фальшивые "золотые" монеты. За 330 лет до нашей эры Аристотель писал: "В Индии добывают медь, которая отличается от **золота** только своим вкусом". Аристотель, конечно, ошибался, но следует, однако, отдать должное его наблюдательности. Вода из золотого сосуда, действительно, не имеет вкуса. Некоторые медные сплавы по внешнему виду трудно отличимы от **золота**, например томпак. Однако жидкость в сосуде из такого сплава имеет металлический привкус. О таких подделках медных сплавов под золото, очевидно, и говорит Аристотель в своих произведениях.

Не только сама медь, или медные сплавы, были известны древним. Химические анализы древних фресок, произведенные английским химиком Г. Дэви, доказывают наличие в них уксуснокислой меди в виде ярко-зеленой краски, известной с давних времен под названием ярь-медянки. Эта краска найдена в живописи терм (бань) римского императора Тита и в стеновых фресках Помпеи. В списках товаров, вывозившихся из древней Александрии, значится "медная зелень", представлявшая, между прочим, предмет роскоши. С помощью этой краски древние модницы подводили зеленые круги под глазами - тогда такой "грим" считали красивым.

В старину медными листами покрывались купола многих московских храмов. Одно из величайших сооружений мировой архитектуры XVI в. - колокольня Ивана Великого, находящаяся в центре Московского Кремля, увенчана луковичной формы главой, покрытой позолоченными листами из чистой меди. Расположенная под главой трехстрочная надпись славянской вязью также выполнена на медных листах по синему фону медными позолоченными буквами.

Медными листами покрыта и южная дверь Успенского собора - главного храма древней Руси.

После того как во второй половине XVI в. француз Христофор Планети - крупнейший издатель и владелец типографии в Антверпене и Лейдене - ввел для воспроизведения иллюстраций гравюру на меди, этот металл стал в больших количествах расходоваться в книгопечатании.

Медь - металл многочисленных сплавов. Вот, например, состав некоторых бронз: 90% меди и 10% олова - пушечный металл, еще сравнительно недавно он применялся для отливки артиллерийских орудий; сплав, содержащий 77-80% меди, 20-23% **олова** и 1-4% **свинца** под названием колокольного металла, употреблялся для отливки колоколов.

Из колокольного металла состоит один "часовой" и 10 "четвертных" колоколов, звон которых ежедневно передается со Спасской башни Московского Кремля. Вес "четвертных" колоколов ее колеблется от 300 до 350 кг, "часовой" колокол весит 2160 кг. Колокола отлиты в XVII-XVIII вв., все они украшены художественным орнаментом, некоторые имеют надписи. Одна из них гласит: "Сей колокол для битья четвертей Спасской башни вылит в 1769 г., мая 27 дня. Весу 21 пуд. Лил мастер Семен Можжухин".

Из художественной бронзы состоит находящийся в юго-западном углу Успенского собора в Московском Кремле чудесный образец мастерства русских умельцев - изящный шатер ажурного литья, выполненный в 1625 г. котельных дел мастером Димитрием Сверчковым. В шатре - гробница патриарха Гермогена, замученного в 1612 г. польско-шляхетскими интервентами.

Художественная бронза содержит 80-90 % меди, 5-8 % **олова** и 1-3% **свинца**; далее идут сплавы, известные под именем монетной бронзы, имеющие в разных странах разный состав. Более легкоплавкие, дешевые и прочные сплавы с **цинком** называются латунями. Обыкновенная латунь, или "желтая медь", содержащая 60-80 % меди и 20-40 % **цинка**, применяется для самых разнообразных технических и хозяйственных изделий. Сплавы: томпак, манганин, дельта-металл, "листовое золото", "новое серебро", "константан" и др. - все они содержат в себе медь.

Несмотря на большие успехи в технике добычи и сравнительно большое содержание меди в земной коре (0,003% от общего числа атомов), с начала XX в. ощущается дефицит меди. Месторождения меди, имеющие промышленное значение, состоят, главным образом, из сульфидов - соединений меди с **серой**. Однако содержание меди в этих рудах редко превышает два процента. Извлечение меди поэтому возможно лишь после искусственного увеличения процентного содержания соединений меди путем отделения пустой породы.

Сложный процесс переработки руд на металлическую медь заканчивается электролизом. Чистота электролитической меди составляет около 99,9%. Побочными продуктами на дне электролитической ванны остаются примеси, сопровождающие медь, - **золото**, **серебро**, а иногда и **платина**. Эти "отходы" иногда окупают расходы электролиза.

Растворимые соединения меди ядовиты. Поэтому предметы хозяйственного обихода - самовары, чайники, кастрюли и т. д., сделанные из меди, покрывают внутри слоем олова - лудят. **Олово** защищает медь от растворения и предупреждает возможность пищевых отравлений.

Медь относится к числу биоэлементов. Являясь ускорителем внутриклеточных химических процессов, медь в небольших количествах необходима для нормального развития растений и животных. Из представителей животного мира наибольшие количества меди содержат осьминоги, устрицы и некоторые другие моллюски. Медь в крови некоторых ракообразных и головоногих играет ту же роль, что **железо** в крови других животных. Медь входит в состав их дыхательного пигмента - гемоцианина. Соединяясь с **кислородом** воздуха, это вещество синее (вот почему у улиток "кровь" голубая), а отдавая кислород тканям - обесцвечивается, т. е. выполняет функцию гемоглобина - переносчика кислорода. Содержание меди в гемоцианине достигает 0,33-0,38%. У высших животных и человека медь содержится главным образом в печени. Недостаточное поступление меди с пищей, а ежедневная потребность в ней человека составляет 0,005 г, ведет к развитию малокровия, снижению гемоглобина, слабости и т. д. Медь содержится в молоке. Интересно отметить, что клетки опухолей содержат весьма мало меди. И с этой точки зрения заслуживает внимания факт применения в народной медицине соединений меди для лечения опухолей

2.

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Потребность в меди у взрослого человека составляет 2-6 мг в день.

Печень, почки, сердце, головной мозг животных. Шоколад, печенка, грибы, моллюски, лосось, шпинат. Потребность грудного младенца достигает 0,1 мг/ 1 кг массы тела. Небольшое содержание меди в молоке (0,12-0,5 мг/ 1 литр) недостаточно для грудного ребенка, поэтому важно раннее введение в рацион растительных соков, богатых медью

3

**Функции:** входит в состав многих ферментов и биологически активных металлопротеинов, участвуя в тканевом дыхании. Участвует в синтезе коллагена и эластина. Является компонентом цитохрома С электронтранспортной цепи. Медь также участвует в процессах роста и размножения. Участвует в процессах пигментации, так как входит в состав меланина. Медь необходима для процессов гемоглинообразования и НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ЗАМЕНЕНА НИКАКИМ ДРУГИМ ЭЛЕМЕНТОМ. Медь способствует переносу железа в костный мозг и превращению его в органически связанную форму. Медь стимулирует созревание ретикулоцитов и превращение их в эритроциты.

4

**Вход:** Всасывание меди происходит в верхних отделах кишечника, отсюда соединения меди поступаю в печень. Медь частично (около 30% от суточного поступления) всасывается в тонком кишечнике. Остаток выводится с калом в виде нерастворимых соединений.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови. 90% меди содержащейся в плазме крови связано с церулоплазмином. 60% меди, содержащейся в эритроцитах, связано супероксиддисмутазой.

6

**Преобразование и распределение:** общее содержание меди в организме человека составляет примерно 100-150 мг.

В печени взрослых людей содержится в среднем 35 мг меди на 1 кг сухого веса. Поэтому печень можно рассматривать как «депо» меди в организме. В печени плода содержится в десятки раз больше меди, чем в печени взрослых. Снижение концентрации в сыворотке крови: нефротический с-м, квашиоркор.

В хрусталике глаза медь составляет 0,4 мг на 100г свежего вещества. В крови – примерно 1 мг/ 1 литр. В эритроцитах – медь находится в соединении с белком стромы, а не в гемоглобине. Содержание меди в крови ритмически меняется в течение суток: максимум меди отмечается в полдень, минимум – в полночь. У больных базедовой болезнью количество меди в крови выше, чем у здоровых людей. Увеличение содержания меди в сыворотке крови наблюдается при инфекционных болезнях, при некоторых формах цирроза печени.

7

**Выход:** Основной путь экскреции – выделение с желчью. Усиление выведения происходит при тяжелых диареях. С калом выводится в среднем 85% меди. С мочой здоровый человек за сутки выделяет 0,009-0,008мг меди. Из общего количества меди, которая всосалась, около 80% выводится с желчью, 16% - стенками желудочно-кишечного тракта и 4% - с мочой. Незначительное количество этого элемента выделяется с потом.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

**При недостатке** меди в организме наблюдаются: задержка роста, анемия, дерматозы, депигментация волос, частичное облысение, потеря аппетита, сильное исхудание, понижение уровня гемоглобина, атрофия сердечной мышцы.

**Избыток** меди приводит к дефициту цинка и молибдена, а также марганца.

Избыток меди и его проявления:

С глубокой древности известно, что медь является сильным ядом. Токсическим действием обладают любые растворимые соединения меди.

Дозы 1-2г медного купороса вызывают тяжелые симптомы отравления со смертельным исходом.

10 мг/ сутки меди – является предельно допустимой дозой для человека.

Неорганические соли меди ничтожной концентрации, проникая в организм, производят гемолиз (разрушение эритроцитов) и агглютинацию эритроцитов. При попадании соединений меди в желудок сразу появляется тошнота, рвота, диарея (понос). Быстро наступает гемолиз крови, выражающийся желтухой и появлением крови в моче.

Поражение почек проявляется белком в моче и быстро развивающимися явлениями уремии.

Вдыхание медной пыли или паров соединений меди вызывает заболевание «медную лихорадку», выражающуюся сильным ознобом, высокой температурой – до 39 град. С, затем проливным потом и судорогами в икроножных мышцах.

## Железо

1

**Структура: Железо-Ferrum (Fe).**

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N - 26

- атомный вес - 55,9

Химически чистое железо - серебристо-серый, блестящий, пластичный, по внешнему виду очень похожий на платину металл. Оно устойчиво против коррозии и хорошо сопротивляется действию кислот. Однако ничтожные примеси лишают железо этих драгоценных свойств, и на земном шаре ежегодно теряется такое количество железа, которое равняется почти четверти его годовой добычи. Плотность железа 7,87. При температуре 1539°С железо плавится, а при 2740° С - кипит. Чистое железо легко намагничивается и размагничивается.

Название железа происходит от санскритского слова "жалжа", что означало "металл, руда". Научное название элемента произошло от латинского слова "феррум" – железо.

Железо - важнейший строительный материал мироздания. Железо есть всюду. Астрономы при помощи спектрального анализа находят железо в раскаленных атмосферах бесчисленных далеких и близких звезд. Геофизики утверждают, что ядро земного шара состоит из железа с примесью похожих на него металлов - никеля и кобальта; земная же кора не больше как легкая окалина, которая, как подсчитали геохимики, на 4,5 % состоит из железа. На поверхности Земли железо распространено повсеместно. Оно находится почти во всех

глинах, песках, горных породах. В некоторых местностях оно образует мощное скопление руд, из которых, например, на Урале, состоят целые горы - Бакан, Высокая, Магнитная и др. Агрономы повсеместно находят железо в почвах. Биохимики раскрывают огромную роль железа в жизни растений, животных и человека.

Входя в состав гемоглобина, железо обуславливает красный цвет этого вещества, от которого, в свою очередь, зависит цвет крови. В организме взрослого человека содержится 3 г железа, из них 75 % входят в состав гемоглобина, благодаря которому осуществляется важнейший биологический процесс - дыхание. В организмах животных и человека железо распространено "повсеместно": даже в тканях глазного хрусталика и роговицы, совершенно лишенных кровеносных сосудов, содержится железо. Наиболее богаты железом печень и селезенка.

Существует много живых организмов без гемоглобина, однако и в них содержится железо. Оно входит в состав протоплазмы, в которой **при участии железа осуществляется необходимый процесс внутриклеточного дыхания.**

Железо необходимо и для растений. Оно участвует в окислительных процессах протоплазмы, при дыхании растений и в построении хлорофилла, хотя само и не входит в его состав.

Растения, искусственно лишенные железа, имеют бесцветные листья, при добавлении незначительного количества железной соли к воде, питающей растения, листья вскоре становятся зелеными. Больше того, достаточно бесцветный лист смазать очень слабым раствором железной соли, как смазанное место вскоре зазеленеет. Без окислов железа, особенно FeO, невозможна жизнь растений. Железо входит как необходимая составная часть в каждое растение. В то же время слишком большое количество железа также негативно отражается на растениях

Издавна железо применяется в медицине при лечении малокровия, при истощении, упадке сил

Знакомство человека с железом произошло в давние времена. Есть основания полагать, что образцы железа, которые держали в руках первобытные люди, были неземного происхождения. Входя в состав некоторых метеоритов - вечных странников океана Вселенной, случайно нашедших приют на нашей планете, - метеоритное железо было тем материалом, из которого человек изготовил впервые железные изделия. Прошли многие сотни и тысячи лет, прежде чем человек научился добывать железо из руды. С того момента началась эпоха железа, которая длится и до настоящего времени.

Ежегодно на поверхность Земли из глубины мирового пространства выпадает до 3000 т метеоритного вещества, железо которого пополняет Землю этим элементом. Так, например, в 1891 г. в Аризонской пустыне была обнаружена огромная воронка неизвестного происхождения. Поперечник ее был равен 1200 м, глубина - около 175 м. Изучение воронки показало, что она образована исполинским железным метеоритом, когда-то упавшим здесь. Любитель астрономии, инженер по профессии Баррингер с большим трудом сумел организовать акционерное общество по использованию железного метеорита для промышленных целей. Американские бизнесмены были соблазнены жадной наживой: был пущен слух, что в осколках Аризонского метеорита обнаружена **платина**. Однако основная масса метеорита лежала глубоко под землей. Алмазный бур, дойдя до основной массы метеорита, лежащей на глубине 420 м, сломался, и промышленники, не найдя в образцах пробуренной породы платины, прекратили работы. Аризонский метеорит, по расчетам ученых, весил несколько десятков тысяч тонн. Он упал в доисторическое время.

30 июня 1908 г. упал знаменитый Тунгусский метеорит, огромную работу по отысканию которого провел неутомимый путешественник, ученый и герой Великой Отечественной войны Л. А. Кулик. По размерам разрушений, которые произвел этот метеорит при падении в тайге, известный советский астроном И. А. Астапович рассчитал его массу. Она оказалась колоссальной. Метеорит весил 50 тыс. т.

Самым крупным из железных метеоритов, падения которого в историческое время не наблюдали, является найденный в 1920 г. в Юго-Западной Африке метеорит "Гоба" весом около 60 т. Несколько меньший по весу железный метеорит был обнаружен в 1896 г. во льдах Гренландии известным американским полярным путешественником Робертом Пири. Этот метеорит весил 33 т. С величайшим трудом он был доставлен в Нью-Йорк, где и хранится до сих пор.

В годы двух последних мировых войн, во время некоторых сражений железо расходовалось в огромных количествах. Во время первой мировой войны одна только Германия выбрасывала в снарядах, торпедах, бомбах, минах, гранатах до 10 млн. т металла в год. Это в два с половиной раза превосходило годовую выплавку чугуна царской России. Сотни тысяч тонн железа, добытых из недр земли и превращенных в артиллерийские снаряды, были рассеяны смертоносными осколками на полях войны. О величине этого "посева" могут дать представление следующие количества снарядов, выброшенных в течение войны основными воюющими государствами: Россия - 50 млн., Англия - 170 млн., Германия - 272 млн., Франция - 200 млн. (по двум калибрам - 76 и 150 мм.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Средний пищевой рацион человека должен содержать не менее 20 мг железа, и 30 мг для беременных. В больших количествах содержится: в свиной печени, говяжьих почках, сердце и печени, непросеянной муке, сырых моллюсках, сушеных персиках, яичных желтках, устрицах, орехах, бобах, спарже, овсяном толокне.

3

**Функции:** Железо является жизненно необходимым элементом для организма. Оно входит не только в состав гемоглобина, но также и в состав протоплазмы всех клеток. Железо также входит в состав цитохромов (сложные белки, относящиеся к классу хромопротеидов), участвующих в процессах тканевого дыхания. Входит в состав железосодержащих белков и гемогемоглобина, цитохромов, пероксидаз.

Гемоглобин играет чрезвычайно важную роль в дыхательной функции крови. В состав гемоглобина входит атом двухвалентного железа, который, присоединяя кислород, превращает гемоглобин в оксигемоглобин. Это очень непрочное соединение, легко диссоциирующее на гемоглобин и кислород. Железо, необходимое для синтеза гемоглобина, доставляется ферритином и железопротеидом, находящимся в селезенке, печени, костном мозге.

4

**Вход:** Всасывание железа происходит преимущественно в 12-перстной кишке, но в условиях дефицита железа в организме может всасываться уже в желудке, из тонких кишок и даже из толстой кишки.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** Общее содержание железа в организме человека составляет около 4,25 г. 57% находится в гемоглобине крови, 23% - в тканях и тканевых ферментах, а остальные 20% - депонированы в печени, селезенке, костном мозге и представляют собой "физиологический резерв" железа.

7

**Выход:** Железо выделяется с мочой (около 0,5 мг в сутки), а также потовыми железами (пот содержит 1-2 мг% железа). Женщины ежемесячно теряют с менструальной кровью 10-40 мг% железа. Важно помнить, что в течение месяца женщины теряют железа почти вдвое больше, чем мужчины.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Явления отравления железом выражаются рвотой, диареей (иногда с кровью), падением АД, параличом ЦНС и воспалением почек. При лечении железом могут развиваться запоры, так как железо связывает сероводород, что ослабляет моторику кишечника. Избыток железа в организме может привести к дефициту меди, цинка, хрома и кальция, а также к избытку кобальта. При недостатке железа в организме развивается железодефицитная анемия (малокровие).

## Сера

1

### Структура: Сера-Sulfur (S).

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N – 16
- атомный вес – 32,1

Чистая природная сера – твердое кристаллическое вещество того цвета. В природе сера встречается в самородном виде, образуя большие залежи, но главным образом в составе сернистых (FeS, Cu<sub>2</sub>S, PbS, ZnS) и сернокислых минералов (CaSO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>). Сера полиморфна, она известна в кристаллической форме (октаэдрические и призматические кристаллы) и в аморфной в виде плотной массы и мелкого порошка. По своим химическим свойствам сера является типичным металлоидом. Со многими металлами она соединяется непосредственно с выделением значительного количества тепла. На холоде сера соединяется с галогенами (кроме йода), с кислородом дает несколько окислов, из них важнейшими являются сернистый (SO<sub>2</sub>) и серный (SO<sub>3</sub>) ангидриды, с водородом – газ сероводород (H<sub>2</sub>S).

Сера является постоянной составной частью растений, содержится в них в виде различных неорганических и органических соединений.

Многие растения образуют содержащие серу гликозиды и другие органические соединения серы.

Для некоторых микроорганизмов (серобактерии) сероводород не яд, а питательное вещество. Усваивая сероводород они выделяют свободную серу. Такие залежи образуются на дне озер северного побережья Африки, в Киренаике близ г. Бенгази. Некоторые из микроорганизмов образуют в качестве продуктов жизнедеятельности специфические соединения серы: например грибки рода *Penicillium* синтезируют серосодержащий антибиотик пенициллин

О древнейшем знакомстве человека с серой свидетельствует и происхождение ее названия, заимствованное у санскритского слова "сира", что значит светло-желтый. Химический знак - от латинского "сульфур" – сера.

Сера относится к весьма распространенным элементам. В земной коре содержание серы достигает 0,03%. Сера встречается в самородном состоянии в Америке (штат Луизиана, США), в Италии (Сицилия), в Японии. На территории бывшего СССР месторождения серы были открыты в Каракумской пустыне. Есть сера на Кавказе, Урале, в Поволжье. Особенно широко распространена сера в виде многочисленных и разнообразных соединений с металлами (минералы - колчеданы, обманки, блески), а также в виде солей (ангидрит, астраханит, вантгофит, гипс, кругит, леонит и др.). На холоду сера взаимодействует только с **фтором**, при нагревании легко реагирует с **водородом**, **кислородом** и со всеми металлами, исключая **золото** и **платину**. Жерла действующих вулканов часто окаймлены скоплениями алуниита. Некоторые астрономы полагают, что белые ореолы и светлые лучи, которые так хорошо видны на диске Луны вокруг кратеров лунных гор, состоят из алуниита. Замечательная устойчивость серы к воде и воздуху находит применение в скреплении металлов с камнем.

Сера входит в состав знаменитого в истории древнего мира греческого огня. Секретом его изготовления владели греческие цари в течение четырех веков.

В 941 г. под стенами Царьграда был уничтожен флот киевского князя Игоря. "Повесть временных лет" - летописный свод событий, составленный в Киеве, заканчивал словами очевидцев описание похода Игоря: "Словно молнию ... которая на небе. Греки имеют у себя и пускали ее, сжигая нас, поэтому мы и не одолели их".

Сейчас трудно перечислить отрасли техники и промышленности, где бы можно было обойтись без серы; она входит в состав спичечной зажигательной массы, широко используется в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и болезнями виноградников, хлопчатника и других растений. В мелко раздробленном состоянии очищенная сера применяется в медицине при энтеробиозе (заражение острицами), при лечении кожных заболеваний, в психиатрии для пирогенной (температурной) терапии. Сера входит в состав белков. При анализе различных белков количество серы, в пересчете на сухое вещество, колеблется от 0,3 до 2,5%. Большое количество серы находится в белках покровных тканей, из которых образованы

копыта, ногти, волосы, перья. Сера входит в состав некоторых гормонов (например, в инсулин), витаминов и ряда других органических соединений, играющих большую роль в обмене веществ.

Сера - незаменимый материал в производстве резины. Ценнейшие свойства каучука - упругость, эластичность - могут сохраняться в узком интервале температуры. Летом, в жару, изделия из каучука размягчаются и липнут. Зимой, в мороз, становятся хрупкими и ломкими. Было установлено, что каучук, соединяясь с серой при нагревании, дает резину (от французского слова - древесная смола). Жара и мороз ей не страшны. Процесс получения резины называется вулканизацией (от латинского "вулканус" – огонь).

Важнейшим производным серы является серная кислота, которую получают при взаимодействии серного ангидрида с водой. В свою очередь серный ангидрид получают из сернистого газа. Сернистый газ под названием "паров горячей серы" известен со времен Гомера. Однако собрать эти "пары" в сосуд в чистом виде удалось спустя несколько столетий после Гомера англичанину Пристли. Он сделал это с помощью изобретенной им ртутной ванны. Сернистый газ хорошо растворяется в воде (1 объем воды при 0°C растворяет 80 объемов газа). Сернистый газ бесцветен, ядовит, обладает резким запахом. Жертвой сернистого газа стал знаменитый естествоиспытатель античного мира Плиний Старший. Сернистый газ является одним из наиболее часто встречающихся газообразных продуктов вулканических извержений. Среди действующих вулканов больше всего сернистого газа выбрасывает самый высокий и наиболее трудно доступный вулкан Камчатки - Ключевская сопка. Сернистый газ встречается и на давно потухших вулканах. Например, по свидетельству альпинистов, запах сернистого газа ощущается на северном склоне Эльбруса - высочайшего потухшего вулкана Европы. Сернистый газ соединяет в себе свойства окислителя и восстановителя. Обладая способностью обесцвечивать в присутствии влаги органические краски, сернистый газ применяется в текстильной промышленности для отбеливания шерсти и шелка. В некоторых случаях реакция отбеливания является обратимой, и окраска с течением времени возобновляется. Этим объясняется восстановление цвета соломенных шляп, отбеленных сернистым газом. От солнечных лучей и сухого воздуха они приобретают свою прежнюю грязно-желтую окраску. В медицинской и ветеринарной практике сернистый газ употребляется как превосходное дезинфицирующее средство. В бумажно-целлюлозной промышленности сернистый газ используется для получения целлюлозы из древесины. При пропускании смеси сернистого газа с кислородом воздуха над нагретым катализатором образуется серный ангидрид. При температуре 44,8° С серный ангидрид превращается в бесцветную летучую жидкость, затвердевающую при 16,8° С. Соединение серного ангидрида с водой сопровождается большим выделением тепла. В результате образуется серная кислота.

Огромные количества серной кислоты расходуются в производстве минеральных удобрений, применяются для очистки поверхности железа от окислов перед нанесением металлических покрытий (цинка, олова и др.). Серная кислота используется для получения медного и цинкового купороса, сернокислого алюминия, некоторых кислот, а также для очистки органических продуктов и особенно нефтепродуктов. Большие количества серной кислоты требуются для свинцовых аккумуляторов. Успехи современной химии, знаменующиеся возникновением и развитием новых областей знания, сопровождаются и повышением спроса на серную кислоту. Не случайно мировое производство серной кислоты неуклонно увеличивается, превысив к 1957 г. 30 млн. т в год.

Многие думают, что серная кислота получается только искусственно. Это неправильно. Серная кислота найдена в некоторых водах вулканического происхождения. Так, например, вода реки Рио-Винагре, или Пазамбио" берущей начало у вулкана Пураче в Кордильерах (Южная Америка), содержит до 0,1 % серной кислоты. Река ежедневно выносит в море около 20 т серной кислоты. В СССР серная кислота была открыта академиком А. Е. Ферсманом в Каракумских песках.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточная потребность не установлена, но при употреблении достаточного количества белка дефицита серы наблюдаться не будет.

3

**Функции:** Поступает в организм в связанном виде в составе АК и сульфат-ионов. Входит в состав желчных кислот и гормонов. В составе глутатиона участвует в биотрансформации ядов. Сера, подобно азоту, входит в состав белков, в силу чего белковый обмен является одновременно азотистым и серным. В белках сера содержится в аминокислотах: цистеине, цистине, метионине. Цистин и цистеин участвуют в окислительно – восстановительных реакциях организма. В присутствии кислорода цистеин отдает водород органическим соединениям, восстанавливая их, а сам переходит в цистин. Эта реакция обратима. Замечательные восстановительно-окислительные свойства цистин – цистеина связаны с присутствием сульфгидрильных групп, обуславливающих высокую реактивность многих белков, например ферментов и некоторых гормонов. Цистеин входит в состав глутатиона – белкового вещества, которым богаты эритроциты, печень, надпочечники и особенно ткани эмбриона.

Участвуя в окислительно-восстановительных процессах сера играет в тканевом дыхании ту же роль, что и гемоглобин и оксигемоглобин в газообмене легких. В аминокислоте метионине сера связана с легко отщепляющейся метильной группой СН<sub>3</sub>, необходимой для синтеза холина, при недостатке которого в организме наблюдаются нарушения в виде жировой инфильтрации печени и кровоизлияний в почках.

4

**Вход:** организм человека сера поступает с пищей в виде органических белковых соединений – аминокислот, глутатиона, сульфатидов, витамина В1. Всасывание серы происходит в кишечнике; неорганические серные соли не всасываясь выделяются со стулом; часть неорганической серы в кишечнике восстанавливается в H<sub>2</sub>S и в этом виде всасывается.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** Особенно богаты серой поверхностные слои кожи; здесь сера содержится в кератине (волосы содержат до 5-10% кератина) и меланине, пигменте, предохраняющем в виде загара глубокие слои кожи от вредного действия ультрафиолетовой радиации. В крови, кроме серы, входящей в состав белков, различают серу аминокислот, глутатиона, роданистых соединений, эфирсерных кислот, нейтральную серу и ионы SO<sub>4</sub>. Общее количество серы крови, за исключением серы, входящей в состав белков, обозначают по аналогии с остаточным азотом как остаточную серу, ее содержится в плазме около 7 мг%. Сера содержится в антиневралгическом витамине В1 (тиамине), что отличает этот витамин от остальных.

**Выход:** Выделение серы производится главным образом с мочой (60%) в виде неорганических сульфатов, нейтральной серы и эфирно-серных соединений. С калом выделяется до 8%. Небольшое количество выделяется в виде сероводорода кожей и легкими, сообщая поту и выдыхаемому воздуху неприятный запах.

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Избыток серы и его проявления:

Элементарная сера не обладает выраженным токсическим действием, но все ее соединения токсичны. Принятая внутрь в количестве 3-5 мг, элементарная сера действует как слабительное, вследствие образования сероводорода в кишечнике.

**Сероводород.** При высокой концентрации сероводорода в воздухе отравление может развиваться почти мгновенно. Судороги и потеря сознания сопровождаются быстрой смертью от остановки дыхания. Хроническое отравление сероводородом проявляется заболеванием глаз – покраснением и опуханием конъюнктивы, появлением мелких точечных дефектов на роговице, ломотой в бровях и глазных яблоках, ощущением «песка в глазах», сильной светобоязнью, видением цветных ободков вокруг источника света, очень сильным слезотечением.

Также наблюдаются головные боли, ослабление слуха, расстройства ЖКТ, падение веса, малокровие, кожный зуд, кожные сыпи, фурункулез.

Сероуглерод. Чрезвычайно токсичен, его пары вызывают тяжелые органические заболевания нервной системы. При различных концентрациях в воздухе может наблюдаться головная боль, тошнота, боль в горле, чувство онемения, «ползание мурашек», неправильное дыхание. Если человека не удалить из зараженной атмосферы наступает полный наркоз, исчезают все рефлексы, включая роговичный и зрачковый, затем смерть от остановки дыхания.

При хроническом отравлении наблюдается неврологическая патология, нарушения мышечной системы (конечности), головокружения, расстройства походки, снижение потенции, расстройства зрения, нарушение аккомодации, снижение слуха, снижение памяти, галлюцинации, различные формы психоза.

При недостатке серы наблюдаются: тахикардия, повышение АД, нарушения функций кожи, выпадение волос, запоры, в тяжелых случаях – жировая дистрофия печени, кровоизлияние в почки, нарушения углеводного обмена и белкового обмена, перевозбуждение нервной системы, раздражительность и другие неврологические реакции.

## Хлор

**Структура: Хлор-Chlorum (Cl).**

Химическая структура и общие данные:

Порядковый номер – 17

Масса – 35, 453

Хлор - это тяжелый (почти в 2,5 раза тяжелее воздуха) зеленовато-желтый газ, обладающий острым удушающим запахом и высокой ядовитостью для всего живого - от едва различимых под микроскопом бактерий до крупнейших животных. Ядовитость газа, названного за свой цвет хлором (от греческого слова "хлорос" - зеленовато-желтый), объясняется его большой химической активностью. Он легко вступает в соединение почти со всеми химическими элементами, в том числе со многими металлами (**натрием, калием, медью, оловом** и др.). При химическом взаимодействии хлора с другими элементами выделяется большое количество тепла и света. Отнимая **водород** от воды, входящей в состав каждой клетки растительных и животных организмов, хлор тем самым разрушает структуру их, что влечет гибель всего живого.

Активность хлора "убила" и его самого. В природе в свободном состоянии он не встречается. Если же где-либо и образуется при редких условиях (например, при извержениях подводных морских вулканов), то в очень небольших количествах, и тотчас исчезает в результате взаимодействия с окружающими веществами.

Одно из наиболее распространенных соединений хлора - поваренная соль. Но не каждому, пожалуй, известно, каково количество имеющейся на земном шаре соли. А оно огромно! В растворенном состоянии соль содержится в воде морей и океанов. В твердом виде вся соль заняла бы 20 000 000 куб. км. Таким количеством соли можно было бы засыпать всю поверхность суши земного тара (149 000 000 км<sup>2</sup>) слоем более сотни метров толщиной.

В растворенном состоянии соль содержится в минеральных озерах, соляных ключах и соляных ручьях (несколько таких ключей вносят свои воды в озеро Баскунчак). На дне русла высохшей реки Узбой соль залегают на большом протяжении сплошным соляным пластом. Огромные куполообразные глыбы соли, целые соляные горы находятся в недрах земли и на ее поверхности, например, гора Ходжа-Мумын в Южном Таджикистане" сплошь состоящая из каменной соли, подымается на 900 м над уровнем моря.

Соль - необходимое соединение для организмов животных и человека. В организме человека содержится до 200 г соли. Важное значение соли в организмах наземных животных и правильное соотношение между солью и другими соединениями хлора, находящимися в крови наземных животных, приближающееся к тому, которое имеется в морской воде, рассматривается некоторыми учеными как доказательство происхождения наземных животных из морских организмов.

Соль открывает историю искусственного получения хлористых соединений и самого хлора. Начало этой истории связывается с 1648 г., когда немецкий химик и врач Иоганн Глаубер, нагревая влажную соль на угле, получил, конденсируя выделяющийся дым, сильную кислоту, названную им "соляным спиртом".

Следует указать, что в книге "Триумфальная колесница антимония", написанной Василием Валентином, жившим в начале XV столетия, среди подробного описания свойств и медицинского применения сурьмы и некоторых соединений висмута упоминается также и "соляной спирт". Видимо, нужно допустить, что последний был известен до Глаубера, и Глаубер лишь открыл и описал способ приготовления этого вещества. Однако современные историки химии полагают, что сочинения Василия Валентина написаны врагами Парацельса с целью доказать, что все написанное им было известно уже в XV в., поэтому, может быть, и упоминающийся в этой книге "соляной спирт" внесен в нее после открытия Глаубера. В 1772 г.

английской химик Пристли, изучив свойства раствора "соляного спирта" в воде, назвал его соляной кислотой. В 1774 г. шведский химик Шееле нашел, что соляная кислота, при нагревании с двуокисью марганца, дает желто-зеленый газ – хлор.

Хлор не сразу нашел применение. Впервые хлор был использован в медицине. Раствор хлора в воде - хлорная вода - рекомендовалась как дезинфицирующее вещество врачам и студентам-медикам при работе на трупах. В 30-х годах прошлого столетия хлорную воду использовали для ингаляции при туберкулезе легких, дифтерии и некоторых других болезнях.

С развитием техники области применения хлора все более и более расширялись. Он применялся при изготовлении многочисленных химических соединений в анилиново-красочной и фармацевтической промышленности, в производстве соляной кислоты, хлорной извести, гипохлоритов и т. д. Большие количества хлора используются для отбеливания тканей и целлюлозы в бумажной и текстильной промышленности. В цветной металлургии хлорированием получают некоторые металлы из руд. В химии высокомолекулярных соединений хлор используется при изготовлении пластических масс, синтетических волокон, каучука и т. д. Интересным свойством обладает одно из кислородных соединений хлора с магнием (хлорат магния). При действии этого вещества на хлопчатник последний теряет листья. Это используется при сборе хлопка. Веществ с подобным действием получено уже много. Они называются дефолиантами.

В первую мировую войну хлор нашел неожиданное применение как оружие массового уничтожения. Вскоре после хлора был применен другой удушающий газ - фосген - соединение хлора с окисью углерода. Название нового, газа отражало один из способов его получения. Это соединение образуется под влиянием солнечных лучей (от греч. "фос" - свет и "генао" - произвожу, т. е. рожденный светом). В 1917 г. массовое применение нашел иприт, который тоже содержал в себе хлор. К концу войны применялось более 50 различных боевых отравляющих веществ, 95 % которых были производными хлора. Чтобы судить об эффективности ОВ на полях войны, достаточно указать, что в одной только английской армии, занимавшей среди воюющих государств 5 место по своей численности, с июля 1917 г. по ноябрь 1918 г. ОВ вывели из строя более 160 000 человек.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Составляет 0,06% от массы тела. Источник – соль (натрия хлорид)

3

**Функции:** важнейший анион внеклеточного пространства. Участвует в поддержании осмотического равновесия. Активирует амилазу и пептидазы.

4

**Вход:** Всасывается в верхних отделах кишечника.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** Большая часть его содержится в желудочном соке.

7

**Выход:** выделяется в основном с мочой. Концентрация хлора и натрия обычно изменяются параллельно.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

## Йод

1

**Структура: Йод-Iodum (I).**

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N – 53

- атомный вес – 126,932

Твердый металлоид, кристаллизуется в виде черновато-серых табличек ромбической формы, с характерным запахом, при нагревании дает черно-фиолетовые пары, от чего и получил свое название ( по-гречески Iodes – фиолетовый).

Свободный йод был получен парижским селитроваром Куртуа в 1811 г. Название "йод" происходит от греческого слова "иодэс", что значит "фиолетовый" (по цвету паров). В медицинскую практику введен с 1820 года.

В природе йод находится обычно в виде органических и неорганических соединений, однако может находиться и в свободном состоянии в воздухе. С атмосферными осадками попадает обратно в почву и воду. Добывается йод из золы морских водорослей (ламинария) и из чилийской селитры. Йод входит в состав всех растений. Некоторые морские растения (пузырчатая водоросль – *Fucus vesiculosus*, морская губка *Spongia maritima*) обладают способностью концентрировать йод.

Важнейшие соединения йода - йодистые калий и натрий. Эти соединения, несмотря на то, что природа сравнительно бедна йодом, распылены в ней очень широко. И не случайно академик А. Е. Ферсман, рассказывая о йоде в одной из глав своей книги "Занимательная геохимия", назвал его вездесущим.

Наиболее широкое применение получил изотоп йода 131 в медицине, где его применяют для определения функции щитовидной железы, а также для лечения ряда ее заболеваний (гипертиреоза, злокачественных новообразований и др.). Способность некоторых веществ, содержащих йод, накапливаться в опухолевых тканях, нашла себе применение в использовании таких веществ с радиоактивными изотопами йода для точного определения местоположений опухолей в мозге.

Медицина - главная область применения устойчивого изотопа йода, где он используется для лечения зоба, для предупреждения атеросклероза и при лечении ряда болезней внутренних органов и нервной системы. Это главная, но не единственная область его применения.

Главными потребителями йода являются фармацевтическая, химическая промышленность и производство светочувствительных фотоматериалов

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) совместно с другими международными организациями установила, что суточная потребность в йоде составляет 100—200 мкг (т.е. миллионная доля грамма). Полностью безопасной является суточная доза йода до 1000 мкг (1 мг). Более высокие дозы йода называются фармакологическими. Как правило, такое количество йода человек может получить только с лекарственными препаратами, например, смазывая царапину спиртовым раствором йода или используя в качестве наружного средства раствор люголя. Некоторые отхаркивающие средства содержат огромное количество йода (граммы!). Каждая таблетка амиодарона содержит 60 мг (60 000 мкг !!!) йода, что эквивалентно годовой физиологической потребности в этом микроэлементе.

В целом йод обладает очень низкой токсичностью и лишь в довольно редких случаях и только в фармакологических дозах способен вызвать так называемые явления йодизма. В экспериментальных исследованиях на линейных животных, имеющих генетическую предрасположенность к развитию аутоиммунной патологии щитовидной железы, было показано, что фармакологические (!) дозы йода способны индуцировать аутоиммунную реакцию.

Нормальная потребность в йоде составляет около 100-150 (для взрослых) и 175-200 (для беременных и кормящих) мг в сутки. Йод входит в состав всех растений. Некоторые морские растения (пузырчатая водоросль – *Fucus vesiculosus*, морская губка *Spongia maritima*) обладают способностью концентрировать йод. Большое количество йода содержится в келпе (бурая морская водоросль), овощах, выращенных на почве богатой йодом, в луке, и всех морепродуктах

3

**Функции:** входит в состав гормонов щитовидной железы Т3, Т4 регулирующих обмен веществ.

4

**Вход:** В организм человека йод вводится в виде йодистых солей с пищей и водой.

5

**Транспорт:** Всосавшись, йодистые соли циркулируют в крови, большая часть их диссоциирует; йод из них идет на образование органических соединений – дийодтирозина и тироксина.

6

**Преобразование и распределение:** Общее количество йода в организме около 25 мг, из них 15 мг – в щитовидно железе. Значительное количество йода содержится в печени, почках, коже, волосах, ногтях, яичниках и предстательной железе. Щитовидная железа является своего рода центральной регулирующей лабораторией, в которой образуются и накапливаются соединения йода. Тироксин образуется в щитовидной железе из дийодтирозина под влиянием тиреотропного гормона передней доли гипофиза.

7

**Выход:** Выделение йодистых соединений производится почками и железами (слюнными, потовыми, молочными), а также слизистыми оболочками дыхательных путей и пищеварительного тракта.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Избыток йода и его проявления:

Избыток йода в организме может наблюдаться при гипертиреозе – общий уровень йода резко повышается. Щитовидная железа не сильно увеличивается, но может развиться и базедова болезнь с зобом, экзофтальмом, тахикардией. Кроме этого наблюдается раздражительность, мышечная слабость, потливость, исхудание, склонность к диарее. Основной обмен повышается, наблюдается гипертермия, дистрофические изменения кожи и ее придатков, раннее поседение, депигментация кожи на ограниченных участках (vitiligo), атрофия мышц.

Кроме того, описаны случаи отравления йодом.

Элементарный йод очень токсичен. Ранними симптомами отравления являются рвота, сильные боли в животе и диарея. Смерть наступает вследствие шока от раздражения большого количества нервных окончаний.

При действии паров йода (в условиях производства) наблюдается кашель, слезотечение, конъюнктивит, опухание околоушных желез, головные боли, шум в ушах, головокружения.

Последствиями хронического отравления являются катар слизистых оболочек и общее расстройство питания.

Недостаток йода и его проявления:

Недостаток йода наблюдается при недостаточном поступлении йода с пищей и водой или при гипофункции щитовидной железы.

При недостаточном поступлении йода у взрослых развивается зоб (увеличение щитовидной железы).

У детей недостаток йода сопровождается резкими изменениями всей структуры тела. Ребенок перестает расти, умственное развитие задерживается (кретинизм).

При полном удалении щитовидной железы или при ее резкой гипофункции развивается болезнь – микседема- с падением основного обмена, сонливостью, замедлением речи, чувством «ползания мурашек», болями в суставах, одутловатостью лица, облысением, утолщением слизистых, тугоухостью, хрипотой голоса.



## Структура: Кремний -Silicium (Si).

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N - 14

- атомный вес- 28,06

После кислорода кремний - самый распространенный элемент на земле. Название этого элемента произошло от латинского "ляпис креманс", что значит - камень, дающий огонь. Так назывался твердый камень, дававший при ударе искру и долгое время служивший человеку вместо спичек для получения огня. После изобретения огнестрельного оружия кремнь использовали для зажигания пороха в кремневых ружьях и пистолетах

Кремний является главной составной частью глины и песка. Все твердые и прочные породы земли состоят больше, чем на треть из кремния. В природе кремний встречается только в соединениях. Наиболее распространенным является соединение с кислородом - SiO<sub>2</sub>, известное в химии под названием кремнезема, а в геологии - кварца. И не случайно академик А. Е. Ферсман назвал кремний основой земной коры. Кремнезем известен как в кристаллическом (кварц), так и в аморфном виде. Кремнезему соответствуют ортокремневая и метакремневая кислоты - H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Соли кремневых кислот носят название силикатов. Примерами природных силикатов служат белая глина, асбест, полевые шпаты.

В виде кремнезема кремний содержится во всех растениях. Они его поглощают из почвы и из него строят прочную основу для своих клеток. твердость, эластичность и прочность стеблей растений зависят от содержания в них кремнезема. Особенно много кремнезема в бамбуке, в хвоще, в соломе злаков. Остовы волосков крапивы состоят из чистого кремнезема, они имеют вид стеклянных колпачков, в которых хранится муравьиная кислота. Вкальываясь в кожу, волоски колпачков отламываются, и изливающаяся из них кислота производит ожог. Кремнезем в растениях играет не только опорную роль, но одновременно и защитную. Являясь гидрофильным коллоидом, он при набухании удерживает значительное количество воды, чем предотвращает растения от высыхания.

Характерное свойство кремния - упругость.

В медицину кремний был введен Працельсом. Длительное время он применялся при камнях в почках и мочевом пузыре, при задержке мочеотделения, при некоторых нервных расстройствах.

Чистая и прозрачная разновидность кварца, называемая горным хрусталем, была известна уже древним грекам. Они считали горный хрусталь льдом, так сильно замерзшим, что он навсегда утратил способность таять. Греки называли горный хрусталь кристаллом - "кристаллос", что значило лед. Впоследствии это слово вошло в минералогию и, получив широкое распространение, стало употребляться для обозначения твердых тел, имеющих форму правильных многогранников.

Сейчас невозможно точно сказать, кто и когда изобрел стекло, так же как невозможно указать, кто и когда впервые обжег горшок, слепленный из глины. Известно лишь, что стекло является одним из древнейших изобретений человечества. Так, ожерелье, найденное на шее мумии египетской царицы Хатшепсут, состоящее из зеленовато-черных стеклянных бусин, насчитывает 3400 лет. Еще старше возраст стеклянной бусины из могилы города Фив, насчитывающей 5500 лет

Римские стеклоделы были также большими мастерами производства различных изделий из стекла. Они делали кувшины для воды, масла и вина; чаши и кубки, вазы; специальные сосуды, так называемые труллы, служившие для омовения рук; слезницы - крошечные флакончики для духов. Некоторые из таких предметов дошли до наших дней; они бережно хранятся в музеях крупнейших городов Западной Европы. Среди образцов подлинного искусства особого упоминания заслуживает ваза Ауджио из дома богача Мелегера в Помпее. Это красивейший сосуд из темно-синего стекла, украшенный венком из винограда и плюща, сделанным из мелочно-белого стекла. Подобным шедевром является и ваза, найденная в гробнице римского императора Александра Севера, из темно-голубого стекла, украшенная резными рисунками, изображающими греческий миф о Язоне и волшебнице Медее.

Изучение состава древнерусских стекол домонгольского времени показывает замечательную самобытность русских мастеров, сумевших создать совершенно оригинальную рецептуру. Наиболее типичными для древнерусского самобытного стеклоделия являются свинцово-кремнеземные, калиево-свинцово-кремнеземные стекла. Из них древнерусские умельцы изготовляли бусы, браслеты, мозаику, посуду, оконные стекла. Свинцово-кремнеземные стекла были обнаружены также в Польше. В других странах стекла такого состава еще не найдены.

Большой вклад в развитие художественного стеклоделия в России был внесен Ломоносовым. В созданной им в 1748 г. химической лаборатории было проведено около 4000 опытов по варке цветного стекла, для которых Ломоносов "не только рецепты сочинял, но и материалы ... своими руками по большей части развешивал и в печь ставил...".

На основе рецептов, разработанных Ломоносовым, стекольный завод, также созданный его усилиями в Усть-Рудице в 1753 г., начал изготавливать стекло: "разноцветное прозрачное для выделки бисера, стекляруса, посуды и прочих "галантерейных изделий"; и непрозрачное, так называемая смальта, для мозаики". Из смальты Ломоносов выполнил несколько мозаичных картин, среди которых "Полтавская баталия" получила наибольшую известность и сохранилась до наших дней.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Кремний в виде кремнезема содержится в организме морских животных, пресноводных рыб, птиц и млекопитающих. Кремний содержится постоянно в курином яйце.

3

**Функции:** Кремнезем необходим для прочности и эластичности эпителиальных и соединительно-тканых образований. Эластичность кожи, сухожилий, стенок сосудов обусловлена в значительной степени содержащимся в них кремнием. Кремнезем играет роль в сохранении кожей нормального тургора, что связано со способностью коллоидов, содержащих кремнезем, к набуханию. Кремнезем возбуждает фибробластическую деятельность мезенхимальных клеток, способствуя образованию грануляций и рубцеванию.

4

**Вход:** Кремний поступает в организм с пищей и частично с вдыхаемым воздухом. Всасывание кремнезема совершается в верхних отделах тонкого кишечника.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** В организме человека кремний обнаружен во всех органах и тканях: в легких, в волосах, гладких мышцах желудка, в надпочечниках, в фибрине, в цельной крови. Много кремния в процентах на золу в лимфатических узлах ворот легкого (18,33-55,0), в волосах (6-29), гладких мышцах желудка (15,43)6 надпочечниках, в фибрине (16-30), в цельной крови (1,69), в форменных элементах (3).

Общее содержание кремнезема в теле человека - около 0,001%. среднее содержание SiO<sub>2</sub> в крови человека составляет от 5,9 до 10,6 мг в 1 мл.

Накопление кремнезема происходит лишь в почках

7

**Выход:** Выводится кремнезем главным образом почками и отчасти кишечником.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Кремнезем (кварц) сам по себе не ядовит. Токсически он действует на организм человека только будучи превращен в тончайшую пыль, попадающую в легкие при вдыхании.

Запыление легких кремнеземом происходит на производствах фарфорно - фаянсовых, стекольных, огнеупорного кирпича, на разработках руд цветных и драгоценных металлов, при пескоструйной очистке литья и др. Вдыхание пыли, содержащей свободный кремнезем, ведет к тяжелейшему заболеванию, известному под названием силикоза. Силикоз не является чисто местным заболеванием легких. процесс развития фиброза в легких не может не отразиться на кровеносной системе и на всем организме в целом. Важными симптомами являются изменение дыхания, особенно резкое его учащение при мышечном напряжении, уменьшение жизненной емкости легких. Кровяное давление имеет тенденцию к понижению. В поздние сроки развиваются симптомы "легочного сердца", расширение и гипертрофия правого желудочка, акцент на втором тоне, декомпенсация сердца, с увеличением печени, отеками, синюшностью кожных покровов, одышкой. Наличие силикоза устанавливается главным образом рентгенологически. Из других явлений токсического действия двуокиси кремния - понижение проницаемости сосудов, затем резкое нарушение терморегуляторной функции. Со стороны нервного статуса - явления раздражительности, слабости, развитие астенического синдрома.

Недостаток кремния и его проявления.

Недостаток кремния встречается достаточно редко. При его недостатке могут наблюдаться: слабая деятельность лейкоцитов при инфекционном процессе, плохое заживление ран, снижение аппетита, кожный зуд, снижение эластичности тканей, снижение тургора кожи, повышение проницаемости сосудов и как следствие - геморрагические проявления.

## Марганец

1

**Структура: Марганец-Manganum (Mn).**

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N -25

- атомный вес – 54,93

Представляет собой твердый блестящий металл, по внешнему виду похожий на железо, легко окисляющийся на воздухе с образованием на поверхности тончайшей пленки, предохраняющей его от дальнейшего окисления.

В свободном виде в природе не встречается. Его главнейшей рудой является минерал пиролюзит (двуокись марганца – MnO<sub>2</sub>).

Из солей марганца известны хлористая, углекислая, азотнокислая, сернокислая, уксуснокислая и наиболее важная калийная соль марганцевой кислоты (перманганат) KmnO<sub>4</sub>, обладающая сильными окислительными свойствами.

Природа богата марганцем. Его меньше, чем **железа**, но больше, чем **хрома**. Он распространен примерно так же, как **сера** или **фосфор**. Богатые залежи марганцевых руд находятся в Индии, Бразилии, Западной и Южной Африке.

Марганец был получен в 1807 г. Это - серый с розоватым отливом, твердый, но хрупкий металл. Удельный вес марганца - 7,4. Температура плавления (1250° C) ниже, чем у **железа**. На воздухе, особенно влажном, марганец покрывается тонкой пленкой окислов. Большая активность марганца при взаимодействии с **серой**, **кислородом** и **фосфором** используется при выплавке стали, которую марганец очищает от сернистых и фосфорных соединений.

От слова "магнезия" получили свои названия марганец и **магний**. Происхождение наименования двух химических элементов от одного и того же слова объясняется тем, что пиролюзит долгое время противопоставлялся белой магнезии и назывался черной магнезией. После получения металла в чистом виде марганец был переименован. В основу названия было положено греческое слово "манганезе", что значило очищать (намек на его применение в древности в качестве "очистителя" стекла). Некоторые исследователи считают, что название элемента произошло от латинского слова "магнес" - магнит, так как пиролюзит, из которого добывают марганец, считался в древности разновидностью того вещества, которое теперь называется магнитным железняком.

Марганец - биоэлемент, в ничтожных количествах он необходим для нормального развития организмов. Некоторые животные и растительные организмы накапливают марганец (ржавчинные грибы, морская трава, водяной орех - до 1 %). Наибольшее количество марганца накапливают в себе некоторые бактерии (до нескольких процентов от собственного веса). В крови человека содержится от 0,002 до 0,003 мг % марганца.

Положительное влияние марганца на рост растений были обнаружены Бертраом и Жавилье в 1895 году. Наличие марганца в питательной среде усиливало рост плесени *Aspergillus niger*. В настоящее время многочисленными опытами доказано, что марганец необходим для нормального развития растений. При недостатке в почве марганца листья растений приобретают бледно-желтый цвет с серым оттенком, на кончиках появляются черные пятна, листья скручиваются и отмирают.

Известный естествоиспытатель и писатель древнего Рима Плиний Старший указывал на чудесную способность черного порошка осветлять стекло. Давно это вещество, дающее при размазывании черный порошок, называется пиролюзитом, или двуокисью марганца. О способности пиролюзита очищать стекло писал в 1540 г. и Ваноччио Бирингуччио. Пиролюзит является важнейшей рудой для получения марганца - металла, употребляемого главным образом в металлургии.

Марганец содержится во всех видах стали и чугуна. Способность марганца давать сплавы с большинством известных металлов используется для получения не только различных сортов марганцевой стали, но и большого числа нежелезных сплавов (манганинов). Из них особенно замечательными являются сплавы марганца с **медью** (марганцевая бронза). Она, подобно стали, может закаляться и в то же время намагничиваться, хотя ни марганец, ни медь не обнаруживают заметных магнитных свойств

Интересными свойствами обладает сплав, называемый нормальным манганином, содержащий 11- 13% марганца, 2,5-3,5% **никеля** и 86% **меди**. Отличаясь высоким электросопротивлением и малой термоэлектродвижущей силой в паре с медью, этот сплав особенно пригоден для изготовления катушек сопротивления. Способность манганина изменять сопротивление в зависимости от давления, под которым находится сплав, используется при изготовлении электрических манометров. В самом деле, чем измерить давление, например, в 15-25-30 тыс. атмосфер? Никакой обычный манометр не может выдержать такого давления. Жидкость или газ вырываются сквозь стенки трубки, как бы прочны они ни были, с силой взрыва. Иногда даже не удается найти микроотверстий, через которые прорывается содержимое манометрической трубки. В этих случаях манганин является незаменимым. Измеряя электрическое сопротивление манганина, находящегося под определяемым давлением, можно по заранее вычерченному графику зависимости сопротивления от давления вычислить последнее с любой степенью точности.

Из соединений марганца, нашедших применение в практической деятельности человека, следует указать на двуокись марганца и марганцевокислый **калий** (перманганат калия), наиболее известный, особенно у медиков, под названием "марганцовки". Двуокись марганца находит применение в гальванических элементах типа Лекланше, получении хлора, приготовлении каталитических смесей (гопкалит в противогазах). Марганцевокислый калий широко применяется в медицине как антисептическое средство для промывания ран, смазывания ожогов и т. д., для промывания желудка при отравлении **фосфором**, алкалоидами, солями синильной кислоты. Также широко применяется перманганат **калия** в химии при аналитических исследованиях, получении хлора, кислорода и др

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Для детского организма необходимо в сутки 0,2-0,3 мг марганца на 1 кг веса тела, для взрослого 0,1 мг. Особенно богаты марганцем чай, растительные соки, цельные злаковые, орехи, зеленые овощи с листьями, горох, свекла.

3

**Функции:** Важен для репродуктивных функций и нормальной работы центральной нервной системы. Марганец помогает устранить половое бессилие, улучшить мышечные рефлексы, предотвратить остеопороз, улучшить память и уменьшить нервную раздражительность.

Марганец активизирует многие ферменты: дипептидазы, аргиназу, карбоксилазу, каталазу, оксидазы, фосфатазы, в особенности костную и щелчную, что служит указанием на участие марганца в оссификации.

Установлена связь марганца с витамином В1.

Марганец благотворно влияет на развитие и процессы репродукции.

Усиливает рост.

4

**Вход:** В организм человека марганец поступает с пищей, как растительной, так и животной. Очень богаты марганцем растительные соки.

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** находится во всех органах и тканях. Наиболее богаты марганцем трубчатые кости и печень (на 100 г свежего вещества в трубчатых костях марганца содержится 0,3 мг, в печени – 0,205-0,170 мг). Наряду с печенью важная роль в накоплении марганца принадлежит поджелудочной железе. Всосавшийся с пищей марганец поступает с кровью в печень, где он отлагается. Из печени марганец постепенно переходит в другие ткани и органы. Особенно интенсивно марганец накапливается в печени в последние три месяца эмбриональной жизни. Благодаря этому запасу грудной ребенок безболезненно переносит относительный недостаток марганца во время кормления его материнским молоком, бедным марганцем.

7

**Выход:** Выведение марганца происходит главным образом через кишечник и в незначительном количестве через почки.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

**Избыток марганца и его проявления:**

Соединения марганца являются сильными ядами, поражающими центральную нервную систему, сердечно-сосудистую систему и паренхиматозные органы.

Отравление марганцем происходит при вдыхании больших количеств пыли, образующейся при размоле и просеве марганцевой руды, а также при вдыхании аэрозолей при плавке стали и электросварке.

В начальной стадии наблюдаются: сильная утомляемость, слабость, сонливость, тупые головные боли в лобно-височных областях, тянущие боли в пояснице, конечностях, режущие боли ишиалгического характера, боли в правом подреберье, в подложечной области, понижение аппетита. Рано появляется небольшое увеличение печени, умеренная билирубинемия, наличие уробилина в моче. В нервной системе преобладают процессы торможения.

Во второй стадии появляются: медлительность движений, расстройство походки, парестезии, расстройство мочеиспускания, половая слабость, бессонница, подавленное настроение, слезливость. Сильная скованность движений, больные утрачивают способность широко шагать.

Третья стадия носит название «марганцевого паркинсонизма» развиваются глубокие органические изменения в нервной системе движения сильно скованы. Больные ходят очень маленькими шагами, движения очень замедлены. Лицо маскообразно, голос глухой, речь монотонна, лишена эмоциональной окраски. Часто резкая гиперрелаксация.

Основным отличием от паркинсонизма является то, что при марганцевой интоксикации не так часто поражаются черепно-мозговые нервы.

Избыток марганца усиливает дефицит магния и меди.

**При недостатке марганца** нарушаются процессы окостенения во всем скелете, трубчатые кости утолщаются и укорачиваются, суставы деформируются. Нарушается репродуктивная функция яичников и яичек.

## Молибден

1

### Структура: Молибден-Molybdaenum (Mo).

Порядковый номер: 47

Атомный вес: 95,94

Химические характеристики и общие данные:

Природа сравнительно богата молибденом. На долю молибдена приходится 0,0003% от общего числа атомов земной коры. Месторождения молибденовых соединений встречаются во многих местах земного шара. Они есть в США, Чили, Мексике, Норвегии, Африке

Молибденит - минерал, известный еще в древности, также представляет соединение, в котором составные части - молибден и **сера** - совершенно не имеют ничего сходного по свойствам с самим минералом.

Молибденитом можно писать как карандашом, сердечник которого состоит из графита, только графит на бумаге оставляет серо-черный след, а у молибденита черта на бумаге имеет зеленовато-серый отлив. Название минерала - молибденит происходит от греческого слова "молюбдос", что значит "свинец". Оно намекает на малую твердость молибденита (равную почти твердости талька) и свинцово-серый цвет. От молибденита получил свое название и открытый в нем в 1778 г. Шееле элемент - молибден.

Впервые в сравнительно чистом виде металл молибден был выделен в 1783 г. шведским химиком П. Гьельмом. В химически чистом виде молибден - серовато-белый, тяжелый (плотность 10,3), тугоплавкий (плавится при 2625°C) металл, хорошо поддающийся механической обработке. Следует заметить, что свойства металлического молибдена еще в начале XX в. описывались иначе, чем в настоящее время. Дело в том, что такие свойства, как твердость, температура плавления, химическая активность, очень сильно зависят от чистоты металла. Даже небольшие примеси других элементов резко изменяют свойства металлического молибдена. Поэтому неудивительно, что в книгах, изданных в двадцатых годах, молибдену приписывают большую хрупкость, в то время как молибден легко прокатывается и куется.

Интерес к молибдену, как металлу, впервые проявился после того, как была разгадана тайна большой остроты самурайских мечей. Долгое время металлургам не удавалось изготовить сталь с такой степенью прочности, чтобы острие приготовленного из нее холодного оружия не тупилось, подобно старинным самурайским клинкам. Однако тайны старинных мастеров, начало разгадкам которых было положено великим русским металлургом П. П. Аносовым, в конце концов были раскрыты. Был раскрыт и "секрет" остроты самурайских мечей. Оказалось, что в состав их стали входил ... молибден. Когда выяснилось благотворное влияние небольших добавок молибдена на качество стали, молибден стал объектом внимания многих специалистов. Вскоре установили, что добавка к стали молибдена вызывает повышение вязкости и твердости, тогда как обычно всякое увеличение твердости влекло за собой повышение хрупкости.

Когда на полях сражений в мировую войну 1914- 1918 гг. появились первые англо-французские "сухопутные дредноуты" - неуклюжие танки, то их 75-миллиметровую броню из твердой, но хрупкой марганцевой стали легко пробивали 75-миллиметровые снаряды немецкой артиллерии. Стоило добавить к броневой стали всего 1,5-2% молибдена, как те же снаряды стали бессильны перед броневым листом всего в 25 мм. Введение молибдена в состав сталей, особенно в сочетании с **хромом** и **вольфрамом**, необычайно повышает их твердость и химическую устойчивость. Сплавы молибдена с **вольфрамом** обладают такими свойствами теплового расширения, которые позволяют применять их вместо **платины**.

При более близком ознакомлении с веществами, из которых состоят составные элементы лампочки, выясняется, что ярко светящаяся нить лампочки сделана из **вольфрама**, а крючки, на которых подвешена вольфрамовая нить, - из молибдена.

Наличие молибдена необходимо для нормального развития растений, с другой, - установлено, что избыточное содержание молибдена в корме рогатого скота вызывает серьезные расстройства деятельности желудочно-кишечного тракта у животных

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточная норма приема не установлена, но предполагается на уровне 75-250 мкг. Содержится в темно-зеленых листовых овощах, неочищенном зерне, бобовых. Содержится в крупах, злаках, бобовых, печени и почках животных.

3

**Функции:** способствует метаболизму углеводов и жиров, является важной частью фермента, отвечающего за утилизацию железа, в связи с чем помогает предупредить анемию. Активирует ряд ферментов. Является частичным аналогом меди в биологических системах.

4

**Вход:**

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** Накапливается в печени, почках, пигментном эпителии сетчатки глаза.

7

**Выход:**

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Проявления недостаточности изучены плохо. Повышенное содержание в организме встречается очень редко.

## Хром

1

**Структура: Хром-Chromium (Cr).**

1. Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N – 24

- атомный вес – 52,01

Хром – твердый, белый, блестящий металл, не окисляющийся даже на влажном воздухе. В природе встречается главным образом в виде хромистого железняка. Соединений с водородом не образует, с кислородом дает три окисла: закись хрома – CrO, окись – Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и хромовый ангидрид – CrO<sub>3</sub>. Соответственно этим окислам известны и три ряда соединений хрома.

Двухвалентный хлористый хром CrCl<sub>2</sub> ярко-синего цвета. Соединение трехвалентного хрома – окись – зеленого цвета (известен под названием зеленого крона). Соединения

шестивалентного хрома – соль хромовой кислоты H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>; калия бихромат – K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> имеют оранжево-красный цвет.

Хроматы и бихроматы обладают сильными окислительными свойствами.

Наличие хрома в растениях обнаружено спектроскопически в 1900 году. Хром является постоянной составной частью растений, содержание его в них достигает 0,0005%. Хром является элементом, постоянно встречающимся в организме животных, как беспозвоночных, так и позвоночных.

В 1797 г. французский химик Л. Вокелен впервые исследовал красноватый, тяжелый минерал крокоизит, попавший в его руки из далекой Сибири.

Крокоизит, чаще называемый крокоитом (от греческого "крокос" - шафран), -редкий минерал, найденный на Урале в 40-х годах XVIII в. и описанный М. В. Ломоносовым. Затем он был найден в Сибири петербургским профессором химии И. Леманом в 1762 г. От него попал к Вокелену, который открыл в сибирском минерале соединение нового элемента

Выделить этот элемент в чистом виде он не смог. Пораженный разнообразием окрасок, образуемых разными соединениями вновь открытого элемента, Вокелен назвал его хромом (от греческого слова "хрома" - цвет, краска). В сравнительно чистом виде новый элемент был выделен в 1799 г. Ф. Тассером. Он представлял собой серо-стальной металл с серебристыми блестками в изломе, тугоплавкий (температура плавления 1800° С), не окисляющийся при обычных условиях, с плотностью, почти равной плотности железа (7,8).

Впоследствии было установлено, что твердость хрома наибольшая по сравнению с другими металлами. Необычайно высокая прочность, твердость, устойчивость к внешним воздействиям и легкость образования сплавов с другими металлами, особенно с железом, сделали хром одним из важнейших металлов в металлургии сплавов.

Хром применяется для получения различных сортов специальных сталей в изготовлении стволов огнестрельных орудий (от ружейных до пушечных), броневых плит, несгораемых шкафов и т. д. Стали, содержащие более 13 % хрома, почти не ржавеют и применяются для изготовления подводных частей кораблей, в частности, для постройки корпусов подводных лодок.

Из соединений хрома изготавливаются хромистые кирпичи - хромомagnesиты, применяемые в рабочем пространстве металлургических печей и других металлургических устройствах и сооружениях.

Соединения хрома встречаются в Родезии (Южная Африка), в Греции, в Новой Каледонии (остров в Тихом океане близ Австралии), на Урале. Хром относится к довольно распространенным элементам. На долю хрома приходится 0,006% от общего числа атомов земной коры.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточная норма потребления не установлена, но предполагается, что она колеблется в пределах 50-200 мкг. В относительно больших количествах содержится в яйцах, телячьей печени, пшеничных зародышах, пивных дрожжах, кукурузном масле, моллюсках.

3

**Функции:** Хром оказывает действие на процессы кроветворения. Обладает способностью активировать трипсин, так как входит в состав кристаллического трипсина в виде лабильного соединения, способного отщеплять ионы хрома. Соли хрома обладают способностью подавлять спиртовое брожение. Оказывает действие на работу инсулина – ускорение; на углеводный обмен и энергетические процессы.

4

**Вход:**

5

**Транспорт:** по сосудам в составе крови

6

**Преобразование и распределение:** Хром является постоянной составной частью всех органов и тканей человека. Наибольшее количество обнаружено в костях, волосах и ногтях. В крови, в эритроцитах хром содержится в 0,020 мг%, в плазме – 0,014 мг%. Из внутрисекреторных органов наиболее богат хромом гипофиз.

7

**Выход:**

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Избыток хрома и его проявления:

Все соединения хрома ядовиты.

Токсические явления наступают после приема 0,05-0,08 г двуххромового калия. Минимальная смертельная доза бихромата 0,25 г. При хроническом отравлении хромом наблюдаются головные боли, исхудание, воспалительные изменения слизистой желудка и кишечника. За последнее время установлено, что хром обладает канцерогенным действием. Раковая опухоль чаще локализуется в правом легком. Хромовые соединения вызывают различные кожные заболевания, дерматиты и экземы, протекающие остро и хронически и носят пузырьковый, папулезный, гнойничковый или узелковый характер.

6. Недостаток хрома и его проявления:

Случаи хромовой недостаточности практически не встречаются

## Бор

1

**Структура:** Bor

1. Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N - 5

- атомный вес - 10,82.

Соединения бора были известны еще арабским алхимикам. В сочинениях легендарного Джабир-ибн-Хайяна, жившего около 721-815 гг. в Багдаде при известном калифе Гарун-аль-Рашиде, одно из этих соединений обозначалось словом "борак", "борака", что значило "блестеть". Возможно, что так называлось распространенное соединение бора - борная кислота - белое твердое вещество, плоские, чешуевидные кристаллы которого имеют характерный перламутрово-стеклянный блеск. Борную кислоту арабские алхимики получали из Тибета, где с древних времен известны озера, содержащие это вещество.

Из Тибета вывозилось и важнейшее соединение бора, большие, бесцветные и прозрачные кристаллы которого арабы называли бурой. От старинного названия буры - "боракс" произошло в конечном итоге название бора.

Несмотря на давнее знакомство человека с химическими соединениями бора, в более или менее чистом виде элемент был получен французскими учеными Гей-Люссаком и Тенаром только в 1808 г. Бор, весьма тугоплавкое вещество (температура плавления 2075°C), известен в виде аморфного зеленовато-бурого порошка или мелких кристаллов, имеющих металлический блеск и по твердости почти не уступающих алмазу.

Бор - довольно распространенный элемент на Земле. Его в 5 раз больше, чем свинца, и в 250 раз больше, чем серебра. Бора в земной коре содержится 0,0005%. Важнейшие соединения бора встречаются в воде озер Тибета (Китай), Тосканы (Италия), в некоторых горячих источниках, в вулканических местностях Италии борная кислота вместе с водяным паром выделяется из трещин земной коры. В окрестностях гавани Пандермы на побережье Мраморного моря, в Китае, Калифорнии, в Южной Америке находятся большие залежи минералов, содержащих бор. Соединения бора входят в состав буровых вод нефтеносных месторождений и золы каменных углей. В незначительных количествах бор содержится в растительных (от 0,0001 до 0,1% от веса сухого вещества) и животных организмах.

В природе бор встречается почти всегда в виде кислородных соединений, свободной бороной кислоты -  $H_3BO_3$  и буры -  $N_2B_4O_7$  (Natrum biboricum), а также в виде сложных минералов.

Бор является необходимым элементом для нормального развития и плодоношения растений. Положительное действие бора на растения связывается с воздействием бора на их ферментативную систему снабжения корней кислородом под влиянием бора. Однако избыток этого элемента также неблагоприятно отражается на жизнедеятельности растений, а у

животных (овец) является причиной воспаления кишок, известного под именем борного энтерита. Относительно много бора в свекле и брюкве, очень мало в зерновых культурах, больше в лесных почвах, чем в подзолистых и торфяных.

При обычных условиях бор - исключительно инертное вещество, при высоких температурах он становится активным и легко соединяется с кислородом, хлором, бромом, серой и азотом.

Сравнительно малая при обычной температур электропроводность бора повышается более чем сто раз при нагревании до 600°C, что используется в технике полупроводниковых материалов.

Прибавка небольших количеств бора в быстрорежущую сталь значительно повышает ее режущие свойства, что объясняется способностью бора давать при высоких температурах соединения с другими металлами (так называемые бориды,) обладающие большой твердостью и устойчивостью. Бор, как и бериллий, используется для повышения износостойкости поверхности стальных деталей. Насыщение поверхности стальных изделий бором (борирование) повышает устойчивость изделия к износу во много раз.

Хотя запасы бора в природе и огромны (например только в штате Калифорния их оценивают в 100 млн. т), однако 1 кг металлического бора в США стоил в 1957 г. 550 долларов, в то время как менее распространенный молибден - всего 6 долларов. Причина подобного противоречия состоит в распыленности соединений бора.

Особый интерес вызывают соединения бора с водородом - соединения, обладающие отвратительнейшим запахом и высокой теплотворной способностью. При запуске одного американского спутника такое соединение было применено в качестве топлива.

У бора всего два устойчивых изотопа, совершенно сходных по химическим свойствам, но резко отличающихся по некоторым физическим качествам. Так, пластинка толщиной 0,1 мм из бора-10 полностью поглощает тепловые нейтроны; зато такая же пластинка из бора-11 совершенно "прозрачна" и пропускает тепловые нейтроны.

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточная потребность 2-3 мг. Основными источниками бора для человека являются хлеб и хлебобулочные, молочные продукты, бобовые. Наибольшее количество бора человек получает, употребляя корневые овощи, выращенные в почве, обогащенной бором, а так же виноград, груши, яблоки, орехи и пиво.

3

**Функции:** Участвует в регуляции деятельности центральной нервной системы, влияет на функции половых желез и щитовидной железы. Считается, что он имеет важное значение в формировании костной ткани, способствует ее прочности, предупреждает развитие остеопороза. Предполагается, что бор улучшает ассимиляцию кальция костной тканью. Возможно, это действие осуществляется посредством нормализации гормонального фона, улучшения соотношения в организме тестостерона и эстрогенов. Имеются сообщения о положительном влиянии бора на женский организм во время и после климакса. Установлено, что бор способствует понижению основного обмена у больных тиреотоксикозом, усиливает гипогликемическое действие инсулина. Есть данные, указывающие на положительное влияние бора на рост и продолжительность жизни. Бор производит угнетающее действие на некоторые ферменты (каталазу и избыточную фосфатазу), а также на гормоны. Бор регулирует активность паратиреоидного гормона и через него - обмен кальция, магния, фосфора и холекальциферола. Независимо от витамина D3 влияет на обмен кальция, фосфора и магния.

4

**Вход:**

5

**Транспорт:**

6

**Преобразование и распределение:** Биохимия бора в организме человека изучена мало. Известно, что бор обнаружен в костной ткани в количестве 16,0 -1,38 на 1 кг массы тела.

7

**Выход:** Выводится в основном (до 90%) с мочой.

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

**Избыток бора и его проявления:**

При ежедневном приеме небольших доз (0,5) борной кислоты в течение длительного времени происходит сильное снижение веса. Соединения бора вследствие этого еще недавно рекомендовались как средства для похудения, но из-за вредного действия на организм применение их было запрещено.

Потеря веса обусловлена не только повышением уровня обмена, но и отнятием воды из клеток и тканей. Обезвоживающее действие бора проявляется на протоплазме клеток, а на диурез бор не действует. Всасывание борных соединений идет быстро, выделение же их идет медленно. Т.е. имеет место кумуляция. Проявления кумулятивно-хронической борной интоксикации: водянистый стул, рвота, потеря аппетита, кожная сыпь с упорным шелушением - "борный псориаз", состояние спутанности психики, анемия, кахексия. Отравления у грудных детей наблюдаются в случаях, когда кормящие матери применяют для санации сосков раствор борной кислоты. Острое отравление борной кислотой сопровождается судорогами, менингизмом, позже коллапсом, за которым следует смерть. Частыми симптомами отравления являются желудочно-кишечные нарушения. Токсическое действие бора аналогично действию кислоты. Известно также, что бор действует угнетающе на воспроизводительные функции и вызывает бесплодие.

**Недостаток бора и его проявления:**

Борная недостаточность изучена слабо. Есть предположение, что, поскольку бор обнаружен в костях, то его недостаточность может проявляться нарушениями со стороны опорно -

двигательного аппарата.

Действие бора на углеводный и основной обмен позволяет предположить нарушения в углеводном и основном обмене при борной недостаточности.

## Олово

1

### Структура: Олово - Stannum (Sn).

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N – 50

- атомный вес – 118,7

Олово – серебристо-белый, блестящий металл, мягкий и ковкий. При обыкновенной температуре олово весьма устойчиво к химическим воздействиям, оно не реагирует с водой, благодаря чему широко употребляется для защитных покрытий металлов от коррозии (лужение). Из кислот легче всего растворяется в крепкой соляной кислоте, образуя хлористое олово (SnCl<sub>2</sub>). Под длительным воздействием холода олово становится хрупким и превращается в порошок.

В природе олово встречается почти исключительно в виде руды – оловянного камня SnO<sub>2</sub> (содержит до 78,8% олова). В растениях олово открыто в 1855 году. В животных организмах открыто в 1923 году.

Не трудно понять причину, по которой олово и медь стали объектом внимания людей древности и почему бронза сыграла такую большую роль в истории человеческой культуры. Сравнительно легко получается из руд медь, но еще проще получается металлическое олово, у которого температура плавления составляет всего лишь 232°C. Достаточно оловянную руду (главнейшая из них касситерит, или оловянный камень, соединение олова с кислородом) смешать с углем, поджечь уголь и продувать воздух обычными кузнечными мехами, которыми пользовались люди много тысяч лет назад, чтобы выплавилось чистое олово. Во всяком случае, в Средней Европе, куда сведения о металлах проникли из древнейших очагов культуры, олово было известно за две тысячи лет до нашей эры. Египтяне могли получать олово из руд уже за 3000 лет до нашей эры. Само же название олова (от санскритского слова "ста", что значит "твердый") свидетельствует, что в странах Востока этот металл знали еще раньше, за 4000 с лишним лет до нашей эры.

Более трехсот лет тому назад было замечено, что олово очень хорошо держится на поверхности чистого железа и защищает его от ржавления. В то же время из опыта многовекового пользования оловянной посудой было известно, что олово почти не тускнеет и пища в оловянной посуде не получает неприятного привкуса.

Самовар внутри полужен, т. е. покрыт тонким слоем олова; кухонная посуда, места спаев в радиоприемнике также содержат олово. Правда, каждому, кто любит сам мастерить все своими руками, известно, что для пайки необязательно брать чистое олово, лучше применять третник - сплав олова со свинцом.

Олово, так прочно вошедшее в быт, в технику, обладающее рядом ценных качеств, вместе с тем имеет совершенно необычные по сравнению с другими металлами свойства.

Известный химик, академик И. А. Каблуков в своих воспоминаниях рассказывает о том, как его учителю В. В. Марковникову принесли для исследования чайник из запасов царского интендантства. По всему корпусу чайника, сообщает Каблуков, были какие-то серые пятна и наросты, стенки чайника рассыпались в пыль от легких поколачиваний по ним рукой. Никаких примесей у олова при анализе не было установлено. Причина находилась в самом ... олове. Дело в том, что при температуре ниже -13°C устойчивой модификацией олова (оно существует в трех видоизменениях) является серая порошкообразная форма (плотность 5,8). Поэтому с понижением температуры начинается переход обычной, кристаллической формы в серую, порошкообразную. Скорость перехода тем быстрее, чем ниже температура. При -33°C, как показали русские ученые А. П. Комар и К. Иванов, она достигает максимума. Вот почему погибла экспедиция Скотта, а в неоттапливаемом складе интендантства при суровой зиме из чайников и солдатских пуговиц получались груды серого порошка. "Болезнь" олова, связанная с переходом кристаллической модификации олова в порошкообразную, получила название "оловянной чумы". Возможно, имеет место "заражение" обычного олова при контакте с "большим" – порошкообразным.

Выше 200°C, т. е. вблизи точки плавления олова, оно легко переходит в третью модификацию, имеющую плотность 6,6 и отличающуюся большой хрупкостью. В этой форме оно легко растирается в порошок

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:** Суточный пищевой рацион человека включает около 17 мг олова. Его содержание в растениях колеблется в широких пределах, наибольшее количество олова содержится в семенах подсолнечника и гороха. Более всего олова содержится в мышцах тресковых рыб и в мышечной ткани (язык) крупного рогатого скота.

3

**Функции:** Биологическая роль олова в организме не изучена.

4

**Вход:**

5

**Транспорт:**

6

**Преобразование и распределение:**

7

**Выход:**

8



## Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).

Избыток олова и его проявления:

Олово находится в одной группе со свинцом. Близость в периодическом ряду обуславливает и сходство токсического воздействия. Олово является ядом, действующим в начале возбуждающе, а затем парализующее на центральную нервную систему. При отравлении оловом могут наблюдаться диарея, рвота, общая слабость, а также паралич одних отделов ЦНС и возбуждение других, в результате чего развивается атаксия, скованность движений, иногда судороги. Возможным источником являются консервы, упакованные в жестяные коробки. Из соединений олова – оловянистый водород  $\text{SnH}_4$  – сильный судорожный яд. Органические соединения олова являются ядами для нервной системы, они вызывают параличи. При хроническом действии оловотетраметила и оловотетраэтила прежде всего страдают зрительные нервы.

6. Недостаток олова и его проявления:

О недостаточности олова в организме судить достаточно сложно, так как эта область практически не изучена. Какие-либо предположения можно сделать на основе сведений применения олова в медицине в 19 веке и в начале 20-го.

Олово применялось наружно (*Stannum praecipitatum*) при помутнении роговицы; хлористое олово (*Stannum chloratum*) давалось в виде пилюль или раствора при эпилепсии и некоторых невробазах, при ленточных глистах. Кроме того применялось наружно – при экземе в виде раствора.

В настоящее время олово в медицине не используется.

## Никель

1

**Структура:** (Niccolum, Ni)

Химические характеристики и общие сведения:

- порядковый N - 28

- атомный вес - 58,69

Никель - металл желтовато-белого цвета, очень твердый, но ковкий, хорошо притягивается магнитом, на воздухе не окисляется, легко растворяется только в азотной кислоте. С кислородом образует два основных окисла: закись NiO и окись Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Никель содержится в высших и низших растениях.

Первые указания на нахождение никеля в растениях были сделаны В.И. Вернадским.

Никель найден в организме наземных и морских животных, а также в организме насекомых.

В 1751 г. шведский минералог и химик А. Кронштедт получил металл, который впоследствии назвали никелем, от слова "никель", что означает "ложная медь" (из-за сходства некоторых природных соединений никеля с медными рудами).

В свободном состоянии никель встречается в метеоритах. Однако чаще никель находится в метеоритах в сплаве с железом, где количество никеля может достигать от 5 до 60 %.

На Земле никель почти всегда встречается совместно с кобальтом и главным образом в виде смеси соединений никеля с кобальтом и мышьяком (купферникель), с мышьяком и серой (никелевый блеск), с железом, медью и серой (пентландит) и другими элементами. Наиболее крупные месторождения никеля находятся в Канаде и в Новой Каледонии, а также на Урале, в Красноярском крае и на Кольском полуострове.

Несмотря на то, что уральские месторождения были известны еще задолго до революции, в царской России не было никелевого производства. Никель ввозился из-за границы.

Первый никелевый завод в СССР вступил в строй в 1934 г.

Никель в сочетаниях с другими металлами дает стали с различными свойствами. Одни из сталей обладают необычайной прочностью, другие - вязкостью, третьи - устойчивостью к химическим реагентам и т. д.

Сталь, в состав которой входит 9% никеля и 18% хрома, отличается высокой антикоррозионной стойкостью и называется нержавеющей, находит широкое применение для изготовления хирургических инструментов, предметов домашнего обихода и т. п. Нержавеющая сталь применяется в оформлении станций московского метрополитена. Нержавеющая сталь была впервые использована для сооружения монументальной скульптуры (25 м высотой) "Рабочий и колхозница" венчавшей Советский павильон на Всемирной выставке в Париже (1937), а позже установленной в Москве при въезде на ВДНХ.

В некоторых государствах сплав никеля (25%) с медью (75 %) используется для изготовления разменной мелкой монеты. В мелко раздробленном состоянии никель обладает высокой каталитической активностью. В чистом виде никель употребляется для изготовления лабораторной химической посуды (тигли, шпатели и др.)

2

**Суточная потребность и основные источники поступления:**

3

**Функции:** Относительно биологической роли никеля сведений еще очень мало. По своему влиянию на кроветворение никель близок к кобальту (кобальт является мощным стимулятором эритропоэза, стимулирует синтез гемоглобина, повышает усвоение доступного железа).

4

**Вход:**

5

**Транспорт:**

6

**Преобразование и распределение:** Из органов человека наиболее богаты никелем печень, поджелудочная железа и гипофиз. Никель избирательно концентрируется в substantia nigra головного мозга.

7

**Выход:**

8

**Клинические проявления и влияние на структуры организма (показания, проявления недостатка, избытка, взаимодействие с другими веществами, лекарственные формы, методы лечения дефицита и избытка).**

Избыток никеля и его проявления:

Токсическое действие никеля проявляется при вдыхании никелевой пыли. Отмечаются носовые кровотечения, полнокровие зева и бронхов. Развивается "никелевая экзема" и "никелевая чесотка". Особенно токсичен карбонил никеля Ni(CO)<sub>4</sub>. При невысоких его концентрациях наблюдаются головные боли, при высоких - тошнота, рвота, одышка, повышение температуры по типу "литерной лихорадки", через 12-18 часов болезненность в правом подреберье, уробилин в моче, нарастание сердечной слабости, синюшность кожных покровов. Смерть наступает на 10-14 день при явлениях, вызываемых удушающими газами.

Недостаток никеля и его проявления:

Случаи никелевой недостаточности не описаны в медицинской литературе.