

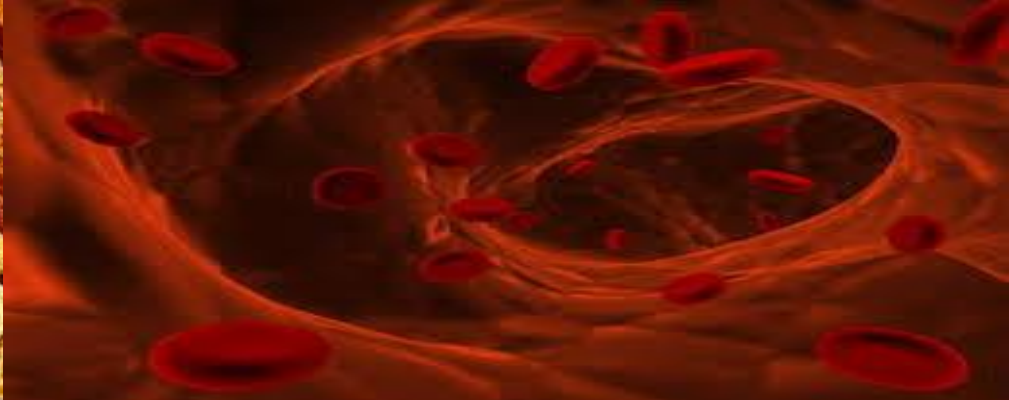
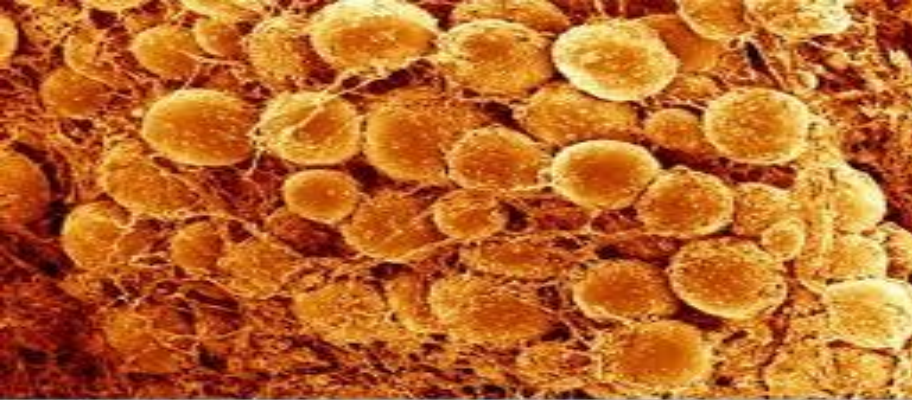
**Проблема макро- и
микроэлементов
водного происхождения.
Гигиеническое значение
жесткости воды**

Лектор: к.мед.наук Соколовская И.А.

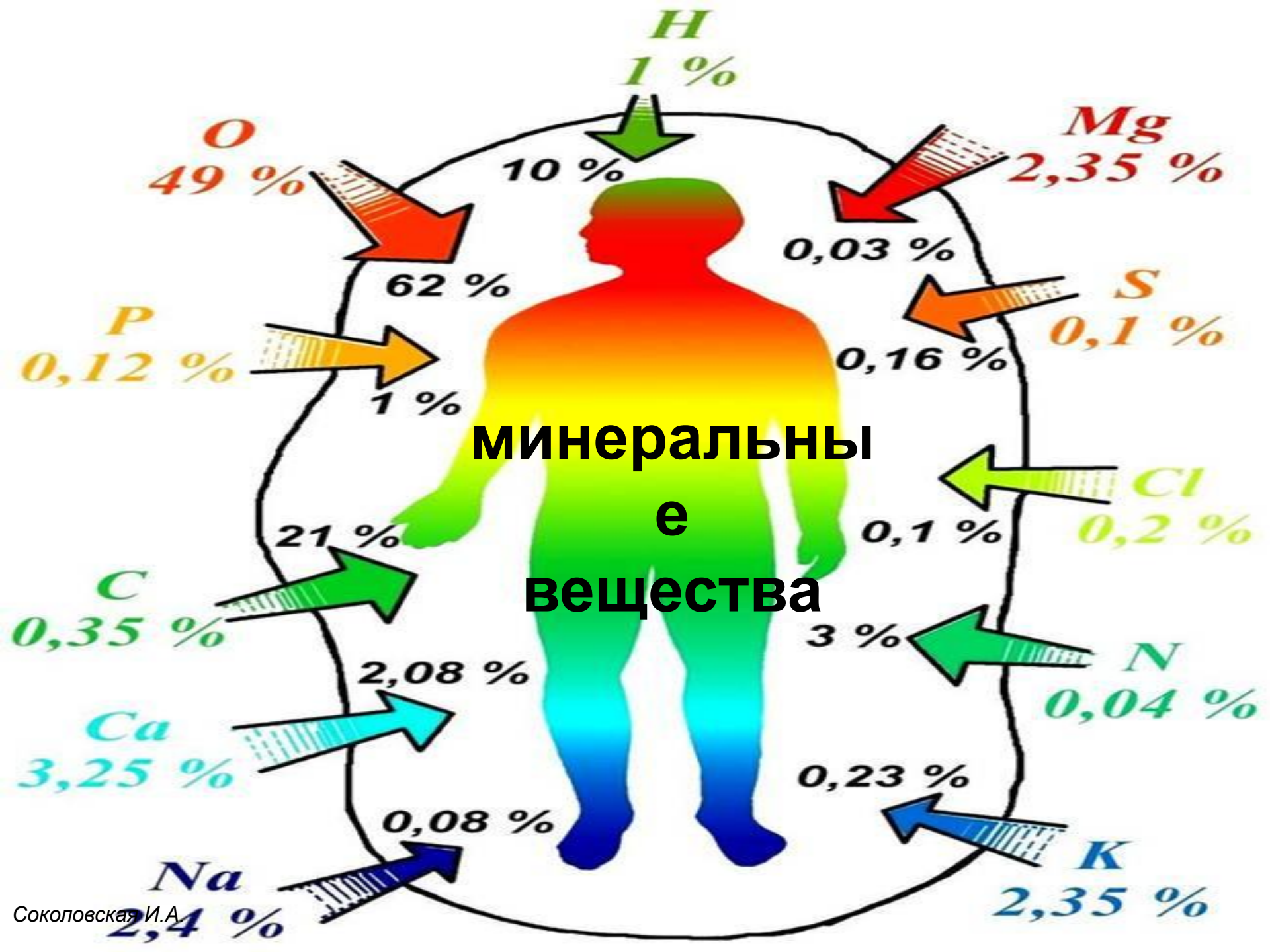
План

- ✓ Общая характеристика макро- и микроэлементов;
- ✓ Калий, Кальций, Магний и Натрий, общие сведения, характеристика.
- ✓ Другие микро и макроэлементы, характеристика. Микроэлементозы.
- ✓ Гигиеническое значение жесткости воды

Организм **взрослого человека** состоит в среднем на 65 % из воды. С возрастом ее количество в организме человека уменьшается. **Зародыш** человека содержит 97 % воды, **организм новорожденных - 77 %**, к 50 годам количество воды в организме составляет лишь 60 %.



В разных органах и тканях содержание воды не одинаковое: скелет содержит 20 %, мышечная ткань – 76 % соединительная ткань – 80 % плазма крови – 92 % стекловидное тело - 99 % воды.



минеральные
вещества

В зависимости от содержания в организме человека минеральные вещества подразделяются на макро- (вещества, содержание которых превышает 0,01% массы тела) и микроэлементы (вещества, концентрация которых в организме равна или менее 0,01% массы тела).

Принимают участие в синтезе жизненно важных соединений, обменных процессах, кроветворении, пищеварении, нейтрализации продуктов обмена; входят в состав ферментов, гормонов),

Классификация микроэлементозов (А.П. Авцын и соавт . , 1991)

Природные .

1 . Природные эндогенные (обусловленные нарушением обмена веществ) :

а) врожденные (основная причина - микроэлементозы у матери , реже - генная патология) ;

б) наследственные .

2. Природные экзогенные -
характерные для людей,
проживающих в определенной
геохимической зоне , где
химический состав пищи в
значительной степени отражает
особенности микроэлементного
состава почвы , воздуха , питьевой
воды и вызванные :

а) дефицитом МЕ ;

б) избытком МЕ ;

в) дисбалансом МЕ.

II. Техногенные - связанные с производственной деятельностью человека

- 1. Промышленные и профессиональные (непосредственно в зоне производства).*
- 2. «Соседние» (рядом с производством).*
- 3. Трансгрессивные (значительно удалены от производства)*

III. Ятрогенные.

- 1. Вызванные дефицитом МЕ.*
- 2. Вызванные избытком МЕ.*
- 3. Вызванные дисбалансом МЕ.*

**Жизненно важные
(эссенциальные) элементы –**
это все макроэлементы (Н, О, N, С,
Са, Cl, F, К, Mg, Na, P, S) и 8
микроэлементов (Cr, Cu, Fe, I, Mn,
Mo, Se, Zn);

(условно эссенциальные)
микроэлементы (В, Со, Ge, Li, Si, V);

Оптимальный уровень **содержания солей** в питьевой воде составляет от **200 до 500 мг/л** (отсутствие основных солей приводит к нарушению водно-солевого баланса организма).



| Элемент | Суточная потребность | ПДК в воде | Требуемое количество воды для получения 100% нормы | Теоретически возможный % получения мин. веществ из воды |
|----------------|----------------------|------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Кальций | 800 мг | 100 мг/л | 8,0 л | 15 % |
| Селен | 1200 мг | 1,2 мг/л | 1000 л | 0,12% |
| Магний | 500 мг | 50 мг/л | 10,0 л | 12 % |
| Калий | 2000 мг | 12 мг/л | 166,67 л | 0,72 % |
| Натрий | 5000 мг | 200 мг/л | 25 л | 4,8% |

| | | | | |
|----------------|---------|------------|---------|------|
| Хлор | 2000 мг | 250 мг/л | 8 л | 15 % |
| Железо | 10 мг | 0,3 мг/л | 33,33 л | 3,6% |
| Фтор | 2 мг | 1,5 мг/л | 1,33 л | 90% |
| Кобальт | 2 мг | 1,0 мг/л | 2 л | 60% |
| Т | | | | |
| Йод | 0,1 мг | 0,074 мг/л | 1,35 л | 89% |
| Никель | 0,13 мг | 0,058 мг/л | 1,23 л | 84% |

Калий - основной внутриклеточный катион. В норме концентрация калия в плазме равна 3,5-5 ммоль/л, а в клетках - 150 ммоль/л.

Обмен калия обусловлен его поступлением извне и выведением почками с мочой.

Этот объем составляет 1,9-5,9 г калия в сутки.

**потери калия из внеклеточной
жидкости быстро
компенсируются за счет его
притока из клеток**

**В результате критический
дефицит калия, который может
привести к сердечно-сосудистым
и нервно-мышечным
нарушениям, часто остается
незамеченным при стандартных
исследованиях.**

Показано, что снижение содержания калия в крови является причиной ряда заболеваний и усугубляет нежелательные побочные эффекты некоторых лекарственных препаратов.

Гипокалиемию можно диагностировать, если уровень калия в сыворотке составляет менее 3,6 ммоль/л.

Проявления гипокалиемии

включают в себя

генерализованную слабость

мышц, паралитическую

непроходимость кишечника и

сердечные аритмии (предсердная

тахикардия/блокада, предсердно-

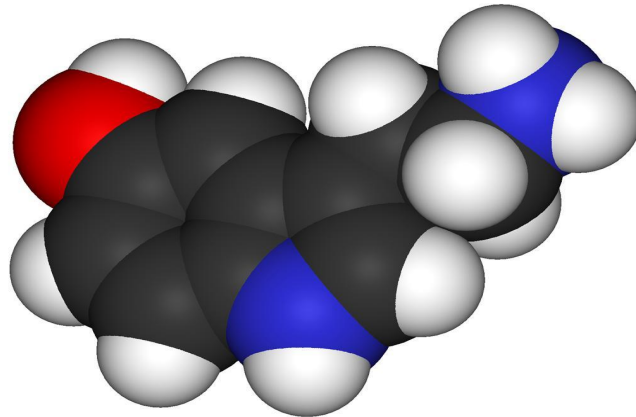
желудочковая диссоциация,

желудочковая тахикардия,

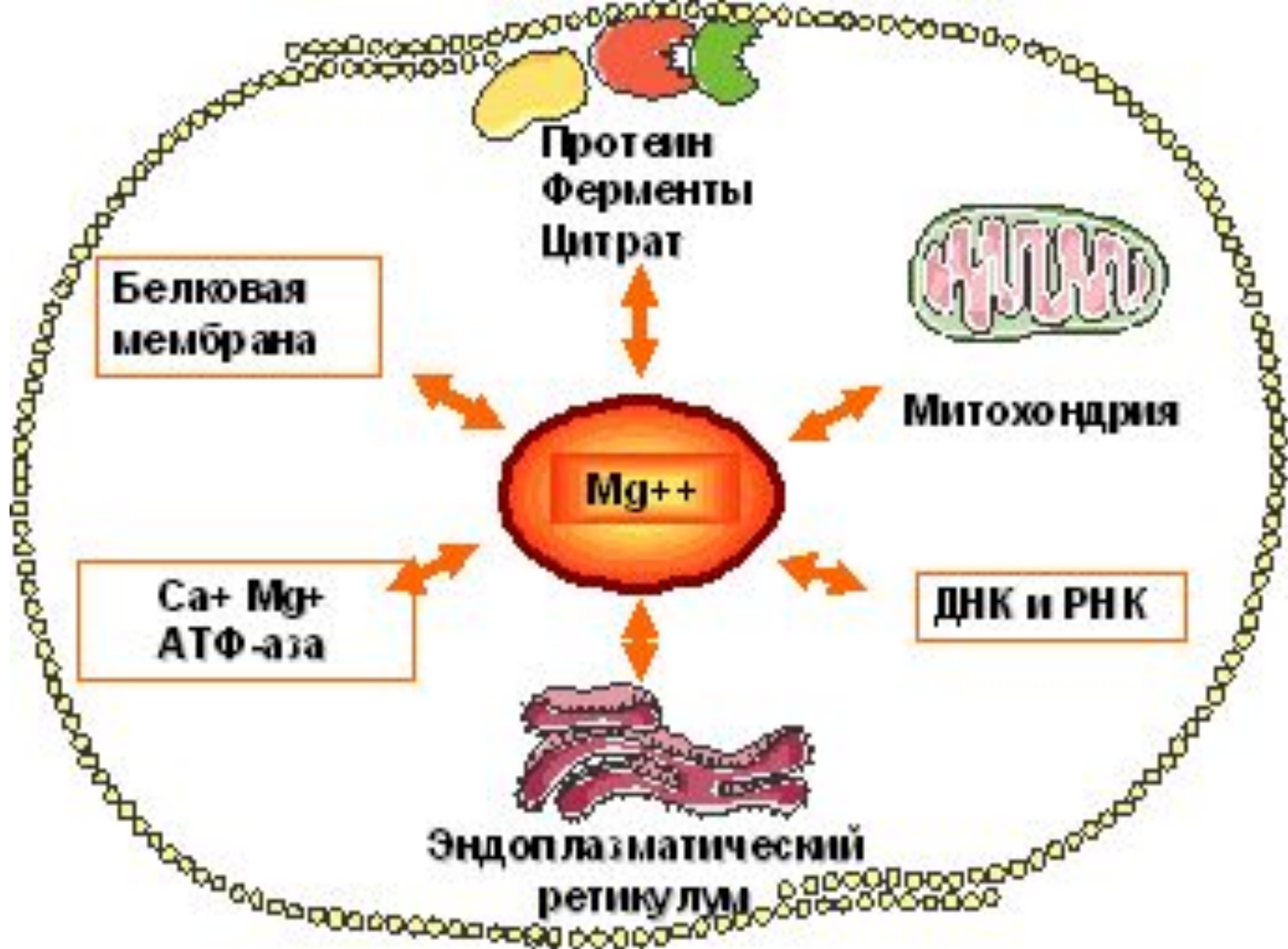
желудочковая фибрилляция).



На распределение калия в организме
влияют гормоны, кислотно-щелочное
равновесие, скорость обновления
клеток.



Магний является универсальным регулятором биохимических и физиологических реакций, протекающих во всем организме. Существует более 500 видов белков, взаимодействующих с магнием и участвующих более чем в 100 различных молекулярных каскадах клеток.



Этим объясняется многообразие
проявлений нарушения гомеостаза
данного макроэлемента в
организме.



До 80-90% внутриклеточного магния находится в митохондриях в комплексе с АТФ (аденозинтрифосфатом - главным высокоэнергетическим продуктом во всех живых клетках).



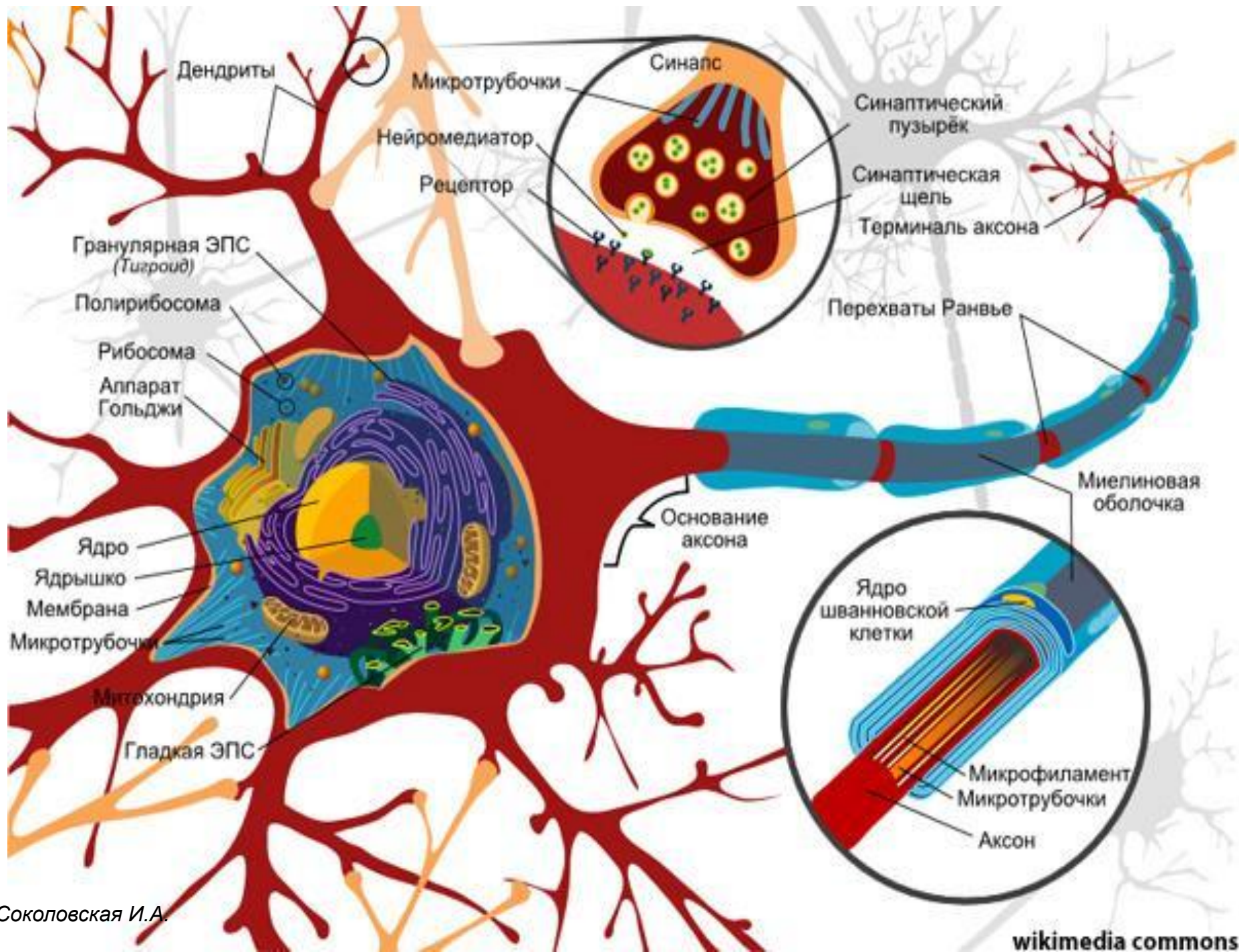
Учитывая подобную привязанность микроэлемента к митохондриям, больше всего (около 40%) Mg^{2+} содержится в плаценте и головном мозге, особенно в сером веществе, а также в сердце, мышцах, печени, почках.

Остальные 50-60% минерала концентрируются в дентине и эмали зубов, скелете.

При дефиците Mg^{2+} может высвобождаться из костей, предотвращая снижение его концентрации в сыворотке крови, которая в норме составляет 0,8-1,2 ммоль/л.

Усугубляют дефицит магния факторы, связанные с его недостаточным всасыванием, увеличением выведения или повышенным расходом, такие как стресс, физическое перенапряжение, злоупотребление алкоголем, сахарный диабет.

Дефицит магния характеризуется множеством симптомов и синдромов, наиболее ранними из которых являются отклонения в функционировании нервной, сердечно-сосудистой систем, формирование дисплазии соединительной ткани.

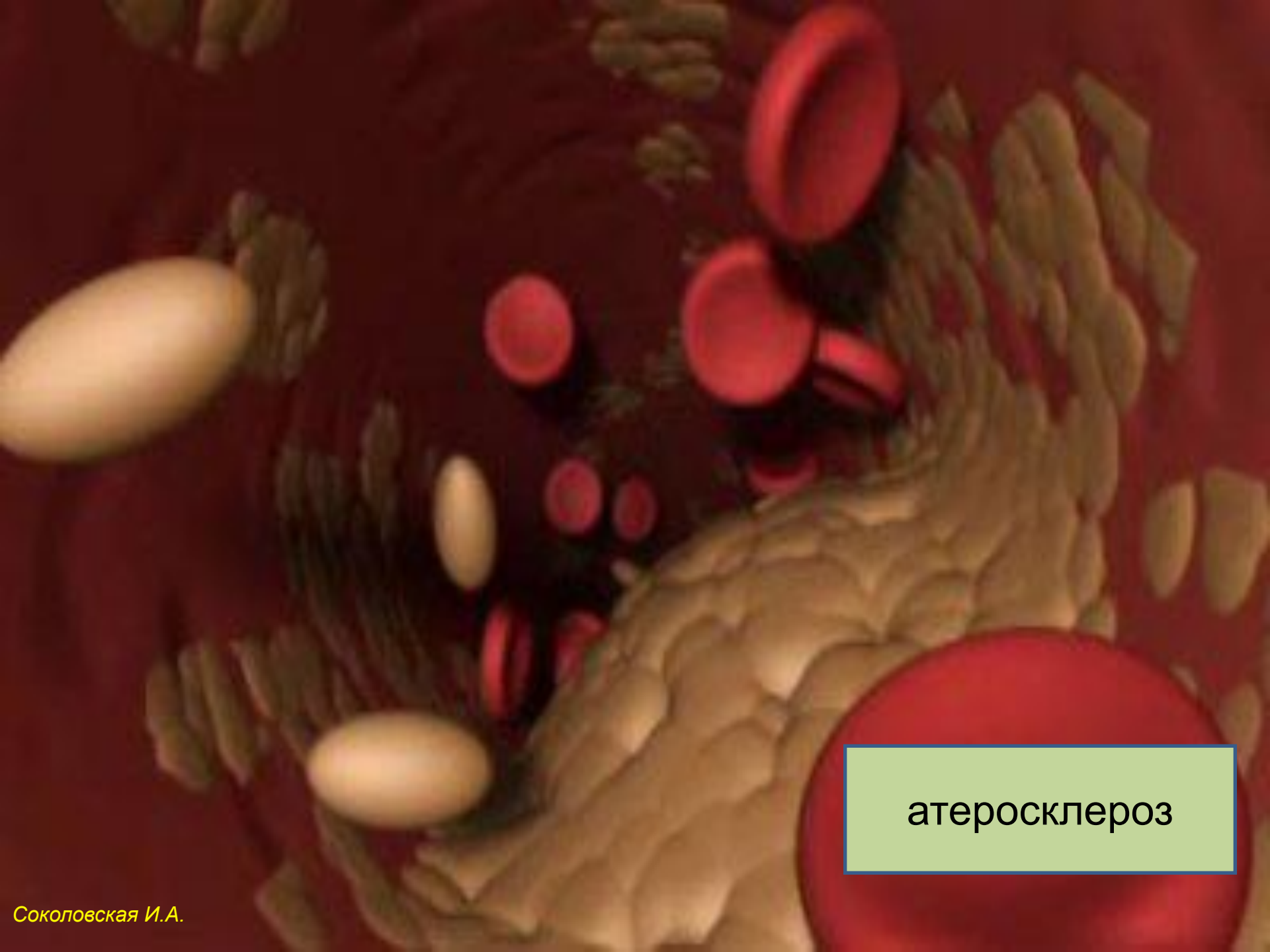


Негативным последствием магниевого дефицита являются повышенная агрегация тромбоцитов и увеличение риска тромбозэмболических осложнений.



Формирование
тромба

К долговременным последствиям дефицита магния относятся развитие АГ, сердечно-сосудистой патологии, повышенный риск инфаркта миокарда, инсульта мозга, атеросклероза (потенцируется дефицитом пиридоксина), диабета и ряда онкологических проблем.



атеросклероз

Калий и магний и основные факторы риска развития инсульта: АГ, нарушения ритма сердца, диабетическая полинейропатия, которая встречается в 20-40% случаев; черепно-мозговая травма и эпилепсия.

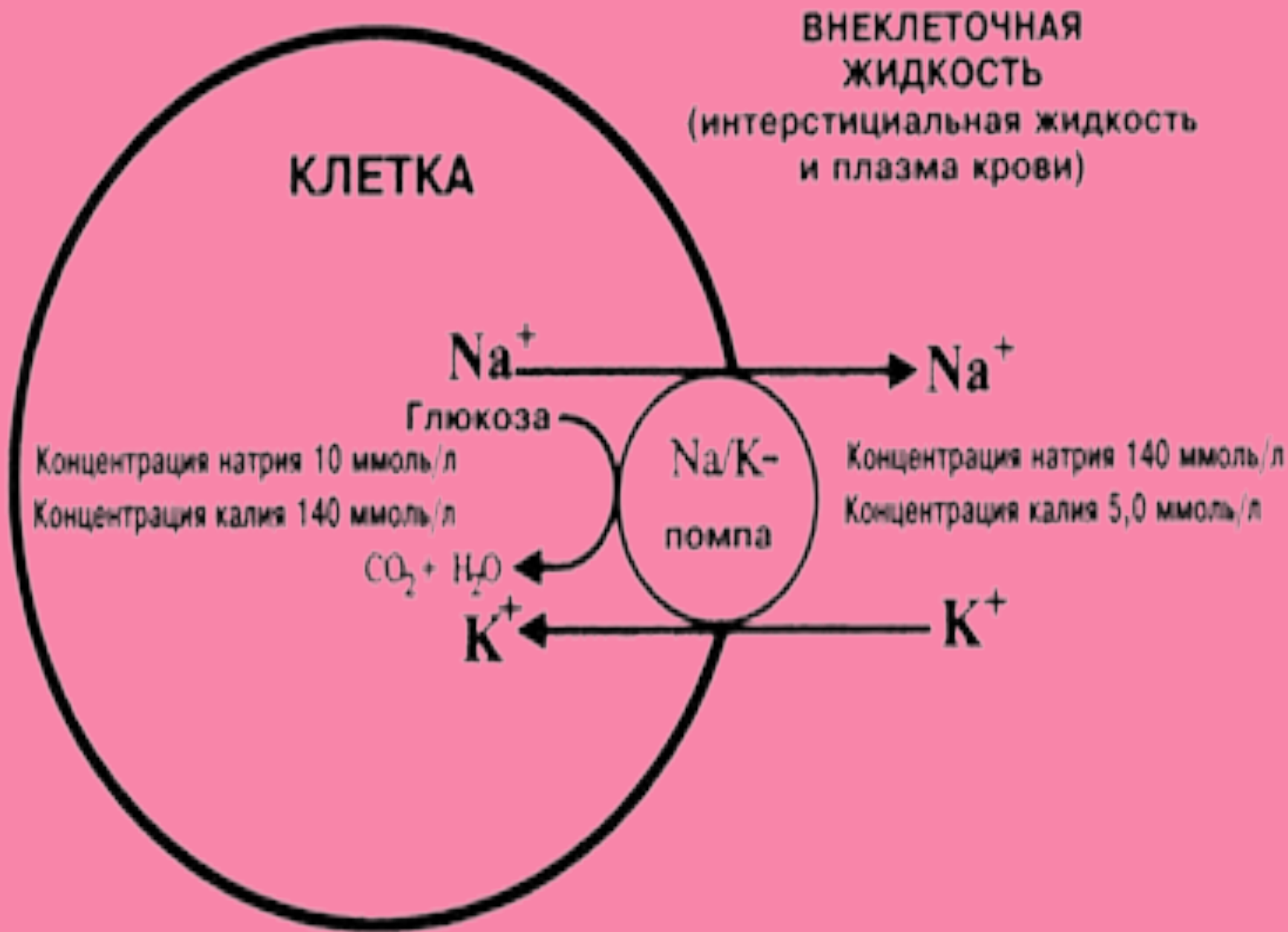




Натрий — основной катион внеклеточной жидкости (96 % общего количества натрия организма). Концентрация натрия в плазме примерно равна концентрации его во внеклеточной жидкости и колеблется в пределах 135-150 ммоль/л.

Перемещение натрия в клетки или его потеря приводит к уменьшению объема внеклеточной жидкости, что отрицательно влияет на кровообращение, функции почек и нервной системы.





Снижение концентрации ионов натрия в плазме крови до 134 ммоль/л и более сопровождается развитием характерной клинической симптоматики в виде тошноты, рвоты, потери аппетита, учащения ритма сердца, снижения артериального давления, возникновения состояния безразличия ко всему происходящему, иногда — психических нарушений.

Гипонатриемия

нередко развивается при сердечно-сосудистой недостаточности у больных, вынужденных длительное время соблюдать бессолевую диету, при снижении эндокринной функции коры надпочечников, некоторых заболеваниях почек, а также при перемещении ионов натрия из плазмы крови в клетки тканей

Уровень ионов натрия в плазме крови часто поднимается при увеличении выделення в кровь гормонов коры надпочечников (синдром или болезнь Иценко-Кушинга, альдостеронпродуцирующие опухоли),



Болезнь Кушинга

до ...

...после



ЖИТЬ
здорово

ПРО ЖИЗНЬ

синдром

Кушинга

При этом появляется чувство жажды, повышается температура тела, учащается ритм сердца.

Относительная гипернатриемия возникает при потере воды через желудочно-кишечный тракт (рвота, понос), почки (увеличение диуреза), кожу (усиленное потоотделение).

Кальций — это внутриклеточный катион.

Различают несколько фракций кальция:

- Ионизированный
- Неионизированный, но способный к диализу
- Недиализирующийся (недиффундирующий), связанный с белками кальций.

Кальций играет важную роль в

- ✓ процессе функционирования нервной и мышечной систем (как антагонист K^+),
- ✓ свертывания крови,
- ✓ образует структурную основу костного скелета,
- ✓ влияет на проницаемость клеточных мембран и т.д.

В норме концентрация общего кальция в плазме крови составляет 2,0-2,5 ммоль/л, ионизированного — 1,0-1,3 ммоль/л.

Содержание его в плазме крови определяется балансом процессов всасывания, перераспределения между клеточным и неклеточным пространствами организма, выведения.

Основными гормонами,
регулирующими обмен кальция,
считаются гормоны
паращитовидных желез. При

повышении их секреции в кровь происходит более интенсивная мобилизация кальция из костной ткани в плазму крови, усиление всасывания через стенки кишечника и уменьшение выведения с мочой.

Поскольку кальций является
внутриклеточным катионом, то при
распаде клеток тканей
(злокачественные опухоли, лейкозы,
перитонит, гангрена и др.
заболеваниях) его уровень в крови
постоянно возрастает.

Повышение содержания кальция в плазме крови выявляется при избыточном введении в организм ребенка витамина Д,



так как этот витамин способствует всасыванию кальция в кровь и препятствует выведению его из организма.

Снижение концентрации кальция в плазме крови отмечается

- у больных, страдающих заболеваниями почек (хроническая почечная недостаточностью, нефритом)
- при ограничении секреции в кровь гормона паращитовидных желез
- уменьшении содержания альбумина в плазме
- Поносе
- дефиците витамина Д
- рахите
- спазмофилии.



рахит

Содержание сульфатов и хлоридов.

Сульфаты и хлориды кальция и магния образуют соли некарбонатной жесткости.



Хлориды

присутствуют практически во всех водах. В основном их присутствие в воде связано с вымыванием из горных пород наиболее распространённой на Земле соли - хлорида натрия (поваренной соли).

**ПДК ХЛОРИДОВ В ВОДЕ ПИТЬЕВОГО
КАЧЕСТВА - 300...350 МГ/Л (В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАНДАРТА).**

**Повышенное содержание хлоридов в
совокупности с присутствием в воде
аммиака, нитритов и нитратов
может свидетельствовать о
загрязнённости бытовыми сточными
водами.**

Повышение уровня хлоридов в сыворотке крови наблюдается при

- ✓ обезвоживании
- ✓ почечной недостаточности (когда потребление хлоридов превышает экскрецию)
- ✓ при введении большого количества физиологического раствора больным с нарушением выделительной функции почек
- ✓ лечении стероидами

- ✓ диареи
- ✓ гиперфункции коры надпочечников
- ✓ несахарном диабете
- ✓ первичном гиперпаратиреозе

Снижение уровня хлоридов в сыворотке крови возникает при

- ✓ избыточном потоотделении
- ✓ рвоте, диарее
- ✓ передозировке мочегонных средств
- ✓ хроническом дыхательном ацидозе, связанном с потерей органических анионов
- ✓ после травмы головы

- ✓ альдостеронизме
- ✓ водной интоксикации и других состояниях
- ✓ связанных с увеличением объема
- ✓ внеклеточной жидкости

Сульфаты

попадают в подземные воды в основном при растворении гипса, находящегося в пластах.

Повышенное содержание сульфатов в воде приводит к расстройству желудочно-кишечного тракта

ПДК сульфатов в воде питьевого качества - 500 мг/л.

Фосфаты

обычно присутствуют в воде в небольшом количестве, поэтому их присутствие указывает на возможность загрязнения промышленными стоками или стоками с сельскохозяйственных полей.

Повышенное содержание фосфатов оказывает сильное влияние на развитие сине-зелёных водорослей, выделяющих токсины в воду при отмирании.

ПДК в питьевой воде соединений фосфора составляет 3,5 мг/л.

Фториды и йодиды.

Фториды и йодиды в чём-то
похожи.

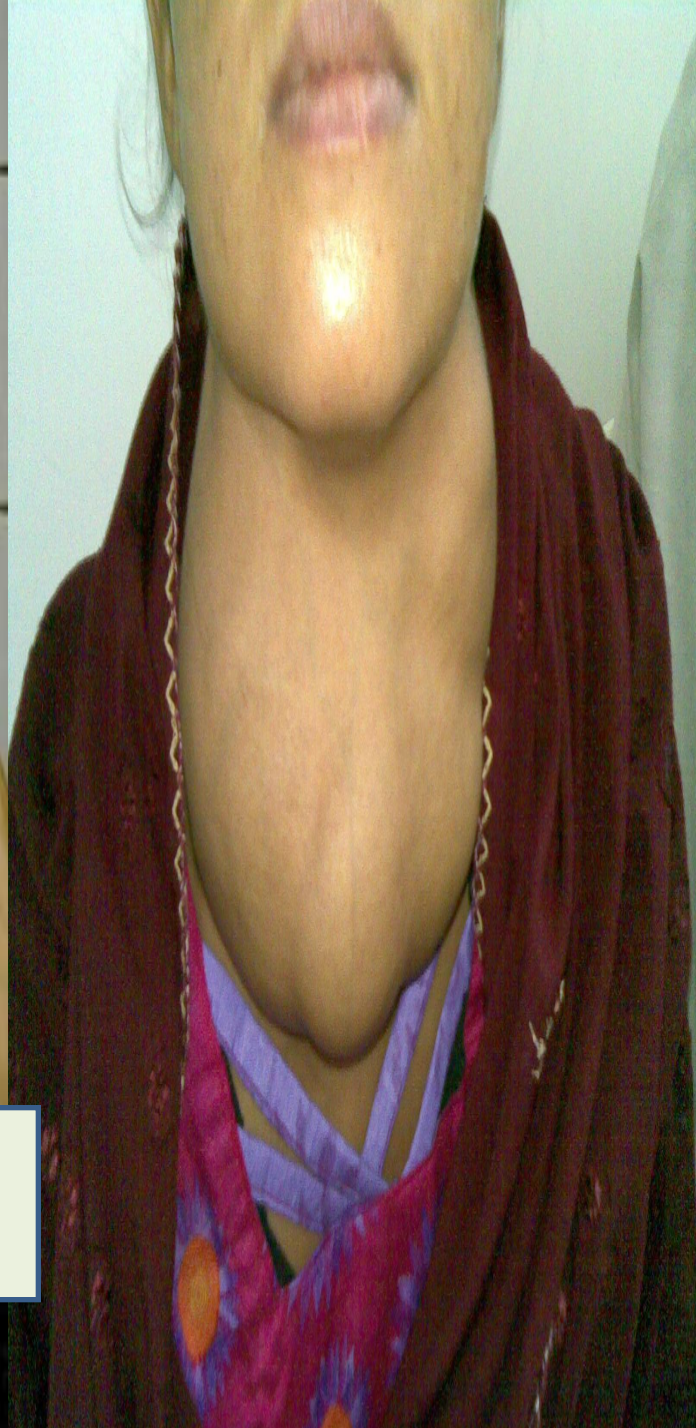
Оба элемента при недостатке или
избытке в организме
приводят к серьёзным
заболеваниям..

Для йода это - заболевания щитовидной железы ("зоб"), возникающие при суточном рационе менее 0,003 мг или более 0,01 мг. Для восполнения дефицита йода в организме возможно употребление йодированной соли, но лучший выход - это включение в рацион рыбы и морепродуктов. Особенно богата йодом морская капуста

Суточная потребность в йоде составляет:

микрограмм (мкг);

| | |
|-------------------------------------|------------|
| дети грудного возраста | 50 |
| (первые 12 месяцев жизни) | |
| дети в возрасте | 90 |
| от 1 до 6 лет | |
| дети в возрасте | 120 |
| от 7 до 12 лет | |
| взрослые и дети | 150 |
| старше 12 лет | |
| беременные | 200 |
| и кормящие женщины | |



зоб



**Йод способствует росту
и развитию ребенка**

Фториды входят в состав минералов - солей фтора.

Как недостаток, так и избыток фтора могут приводить к серьезным заболеваниям.

Содержание фтора в питьевой воде должно поддерживаться в пределах 0,7 - 1,5 мг/л (в зависимости от климатических условий)

Фтор широко распространен в природе.

Чаще всего фтор встречается в виде фторидов в соединении с металлами.

Наибольшее количество его в минеральных источниках.

Фтор является важным биологическим элементом, выполняющим физиологическую функцию в организме.

Он входит в состав всех органов человека, но в основном содержится в костях и зубах.

| Степень содержания фтора в воде | Концентрация фтора в воде мг/л |
|--|---------------------------------------|
| Очень низкая | До 0,3 |
| Низкая | 0,3-0,7 |
| Оптимальная | 0,7-1,1 |
| Повышенная | 1,1-1,5 |
| Выше предельно допустимой | 1,5-2,0 |
| Высокая | 2,0-6,0 |
| Очень высокая | 6,0-15,0 |

Продукты богатые фтором



Взрослый человек в сутки получает в среднем 0,5-1,1 мг фтора с продуктами питания и 2,2-2,5 мг с водой.

Концентрация фтора во фруктах сравнительно низкая. Характерно, что фтор, содержащийся в пищевых продуктах, усваивается хуже, чем фториды, растворимые в воде.

Флюороз - эндемическое заболевание, обусловленное интоксикацией фтором в результате потребления питьевой воды с его повышенным содержанием.

Одним из наиболее ранних признаков флюороза является поражение зубов.



Ф Л Ю О Р О З

Флюороз в первую очередь проявляется на резцах верхней челюсти и премолярах, реже - на резцах нижней челюсти и молярах.

Установлено, что большая часть фтора, поступающего в организм, выделяется почками и потовыми железами, а меньшая часть задерживается в организме.

Точный механизм возникновения флюорооза до конца не изучен. Более обоснованным следует считать представление о гематогенном токсическом действии фтора на энамелобласты





Флюороз

Считается, что распространенность флюорооза зубов среди населения эндемических очагов увеличивается в соответствии с повышением концентрации фтора в воде.

Наряду с этим при наличии у большинства людей значительных изменений зубов у некоторых лиц имеются легкие поражения.

Более того, в таких районах есть дети, зубы которых совершенно здоровы.



Это значит, что при одинаковой концентрации фтора в воде организм может по-разному реагировать на его поступление.

Таким образом, тяжесть флюороза зубов зависит также от степени чувствительности организма к фтористой интоксикации



В местах с жарким климатом может наблюдаться выраженный флюороз зубов при умеренном содержании фтора в питьевой воде (0,5-0,7 мг/л).

Флюорозом поражаются в основном постоянные зубы у детей (молочные редко), живущих с рождения в очаге флюороза или поселившихся там в возрасте до 3-4 лет. Установлено, что в очагах флюороза среди дошкольников 3-5 лет частота начальных форм флюороза молочных зубов может достигать 50 %.



У больных с легкими формами флюороза одиночные мелкие пятна выявляются на ограниченных участках губной поверхности коронок зубов. Такие изменения нередко возникают при невысоких концентрациях фтора в воде (до 1 мг/л). У других детей при той же концентрации фтора пятна множественные, захватывают значительную часть эмали и видны при осмотре коронок невооруженным глазом.



dentist007.ru

При концентрации фтора 1,5 мг/л могут появляться пятна светло-желтого цвета. Если содержание фтора составляет 1,5-2,0 мг/л, то поражения имеют вид волнистости или множественных точечных эрозий (крапинки).





Пятна темно-коричневого цвета, расположенные вблизи режущего края резцов, создают картину "подгорелых" коронок.

При более высоких концентрациях фтора точечные эрозии сливаются между собой и вместе с пигментными и мелоподобными пятнами придают эмали изъеденный, "рябой" вид.

Типичной особенностью выраженных стадий заболевания является поражение зубов разных групп у одного и того же больного флюорозом различных степеней (форм). Местоположение флюорозных изменений эмали зубов находится в полном соответствии со сроками нарушения ее минерализации.

В зависимости от тяжести проявления флюоророза зубов он различает следующие формы: штриховую, пятнистую, меловидно-крапчатую, эрозивную и деструктивную.

Первые три формы протекают без ущерба для тканей зуба, а при эрозивной и деструктивной формах наблюдается их потеря.

Штриховая форма флюороза характеризуется появлением **небольших меловидных полосок - штрихов**, расположенных в подповерхностных слоях эмали. Полоски могут быть обозначены хорошо, но часто они выражены слабо и проявляются при **высушивании поверхности зуба**.

Штриховая форма



Пятнистая форма характеризуется

наличием хорошо выраженных меловидных пятен без полосок.

Меловидные пятна множественные, расположены по всем поверхностям зубов.

Иногда они, сливаясь, образуют пятно большого размера.

Измененный участок эмали постепенно переходит в нормальную эмаль.

Пятнистое поражение эмали наблюдается на многих зубах, но особенно выражено на резцах верхней и нижней челюстей. Иногда изменяется цвет участка поражения - пятно становится светло-коричневым.



Пятнистая форма

Меловидно-крапчатая форма характеризуется значительным многообразием проявлений.

Обычно эмаль на всех поверхностях зубов имеет матовый оттенок, а на этом фоне видны хорошо очерченные пигментированные пятна.

Иногда эмаль желтоватая с наличием множественных пятен и точек.



**меловидно-крапчатая
форма**

Эрозивная форма характеризуется тем, что на фоне выраженной пигментации эмали имеются значительные участки, на которых она отсутствует, дефекты разной формы - эрозии.

В отличие от крапинок эрозии могут иметь различную форму. При эрозивной форме выражено стирание эмали и дентина.

Эрозивная форма



myJulia.Ru

Установлено, что систематическое использование населением фторированной воды снижает и уровень заболеваний, связанных с последствиями одонтогенной инфекции (ревматизм, сердечно-сосудистая патология, заболевания почек и др.).

Недостаток фтора в воде (менее 0,5 мг/л) приводит к кариесу.



Профилактика флюороза
должна проводиться везде, где
установлено повышенное
содержание фтора в
источниках водоснабжения,
особенно в районах с
концентрацией его в воде
более 2 мг/л.

Клинические наблюдения показали, что дополнительное введение в пищу витаминов С, D, глюконата кальция в значительной степени уменьшает проявление флюорооза. Важное значение имеет пищевой рацион.

**Профессиональный флюороз
возникает у людей, работающих
на специфических предприятиях.
Обычно это заводы, связанные с
алюминиевой промышленностью,
в цехах которых в воздухе
содержится повышенная
концентрация фтористых
соединений.**

Симптомы профессионального флюороза отличаются от эндемического. Для этого вида заболевания характерно:

- отсутствие пятен на зубах;
- быстрое протекание болезни: практически сразу поражается скелет, значительно уменьшается подвижность суставов;
- Дисфункция печени и вегетативной нервной системы на поздней стадии.

При пониженном содержании фтора в питьевой воде рекомендуется пользоваться зубной пастой с добавлением фтора. Фтор - один из немногих элементов, которые лучше усваиваются организмом из воды. Оптимальная доза фтора в питьевой воде составляет 0,7...1,2 мг/л. ПДК фтора составляет 1,5 мг/л.

26

Fe

2

14

8

2

ЖЕЛЕЗО

55,849

Содержание соединений железа. Железо может встречаться в природных водах в следующих видах:

- Истинно растворённом виде (двухвалентное железо, прозрачная бесцветная вода);
- Нерастворённом виде (трёхвалентное железо, прозрачная вода с коричневатобурым осадком или ярко выраженными хлопьями);

- Коллоидном состоянии или тонкодисперсной взвеси (окрашенная желтовато-коричневая опалесцирующая вода, осадок не выпадает даже при длительном отстаивании);

- Железоорганика - соли железа и гуминовых и фульвокислот (прозрачная желтовато-коричневая вода);
- Железобактерии (коричневая слизь на водопроводных трубах);

Жёсткость воды — совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния (так называемых «солей жёсткости»).



Вода

Жесткость, мг-экв/л

очень мягкая вода

до 1,5 мг-экв/л

мягкая вода

от 1,5 до 4 мг-экв/л

**вода средней
жесткости**

от 4 до 8 мг-экв/л

жесткая вода

от 8 до 12 мг-экв/л

очень жесткая вода

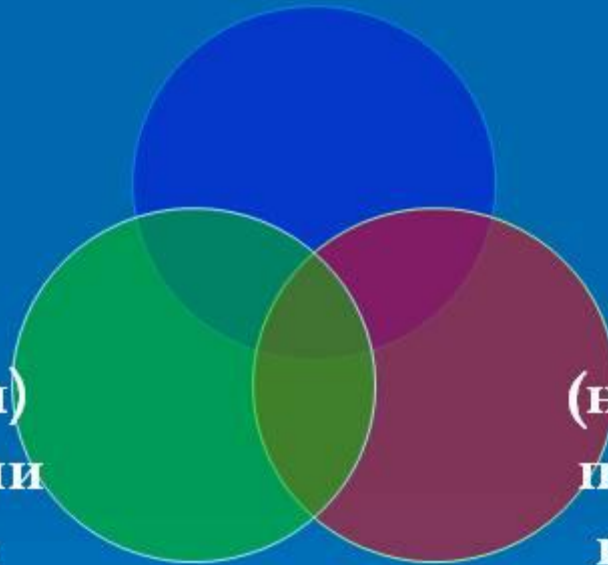
более 12 мг-экв/л

Именно кальций и магний определяют жесткость воды, а их избыток является причиной заболеваний желудочно-кишечного тракта, мочекаменной болезни, гипертонии.

Жесткость воды

Общая жесткость воды

Временная
(карбонатная)
при кипячении
устраняется
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$



Постоянная
(некарбонатная)
при кипячении
не устраняется
 CaSO_4 CaCl_2
 MgSO_4 MgCl_2

Кроме того, наличие солей жесткости в воде в большом количестве нежелательно еще и потому, что такая вода непригодна для хозяйственно-бытовых нужд.



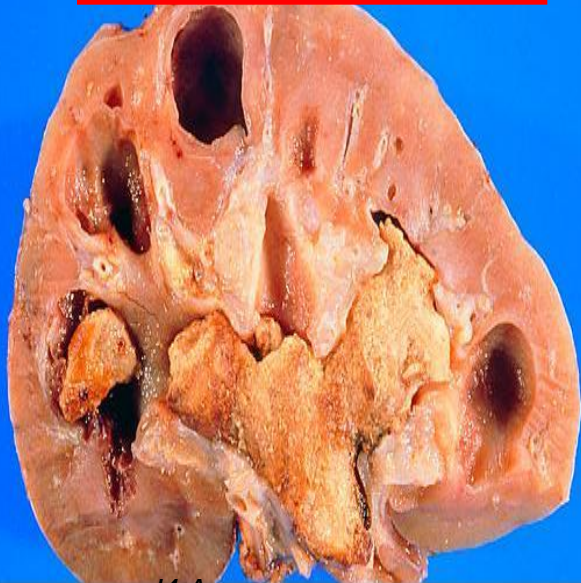
В жесткой воде увеличивается расход мыла, стирального порошка при стирке белья, быстро выходит из строя сантехника, нагревательные элементы бытовых электроприборов и т.п. Жесткая вода непригодна и для систем оборотного водоснабжения, для питания паровых котлов.

Длительное употребление жесткой воды способствует возникновению болезней крови, развитию инфарктов, заболеванию печени, оказывает негативное влияние на репродуктивную функцию организма.

- Хотя очень мягкая вода не менее опасная, чем излишне жесткая.
- Самая активная - это мягкая вода.
- Мягкая вода способна вымывать из костей кальций.

У человека может развиваться рахит, если пить такую воду с детства, у взрослого человека может развиваться ломкость костей.

Камни в почках



рахит



Есть еще одно отрицательное свойство мягкой воды.

Она, проходя через пищеварительный тракт, не только вымывает минеральные вещества, но и полезные органические вещества, в том числе и полезные бактерии.

Вода должна быть жесткостью не менее 1,5-2 мг-экв/л.

Методы устранения:



Термоумягчение.

Основан на кипячении воды, в результате термически нестойкие гидрокарбонаты кальция и магния разлагаются с образованием накипи:



Кипячение устраняет только временную (карбонатную) жёсткость. Находит применение в быту.

Реагентное умягчение.



Метод основан на добавлении в воду кальцинированной соды Na_2CO_3 или гашёной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При этом соли кальция и магния переходят в нерастворимые соединения и, как следствие, выпадают в осадок.

Катионирование.

Метод основан на использовании ионообменной гранулированной загрузки (чаще всего ионообменные смолы). Такая загрузка при контакте с водой поглощает катионы солей жёсткости. Взамен отдаёт ионы натрия или водорода.

В качестве недостатков данного метода следует отметить:

-необходимость предварительной подготовки воды.

-относительно высокая стоимость 1 л получаемой воды

- низкую минерализацию получаемой воды (особенно при пикофльтрации). Вода становится практически дистиллированной

Спасибо за внимание!

