

Химический состав
клетки.

Неорганические
соединения.



Биогенные элементы. Классификация биоэлементов по Вернадскому.

Л. П. Виноградов считал, что концентрация элементов в живом веществе прямо пропорциональна его содержанию в среде обитания с учетом растворимости их соединений. По мнению А. П. Виноградова химический состав организма определяется составом окружающей среды. Биосфера содержит 100 млрд тонн живого вещества. Около 50% массы земной коры приходится на кислород, более 25% на кремний. Восемнадцать элементов (O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, H, Ti, C, P, N, S, Cl, F, Mn, Ba) составляют 99,8% массы земной коры.

- Содержание некоторых элементов в организме по сравнению с окружающей средой повышенное – это называют биологическим концентрированием элемента. Например, углерода в земной коре 0,35%, а по содержанию в живых организмах занимает второе место (21%). Однако эта закономерность наблюдается не всегда. Так, кремния в земной коре 27,6%, а в живых организмах его мало, алюминия – 7,45%, а в живых организмах $-1 \cdot 10^{-5}\%$. В составе живого вещества найдено более 70 элементов. Элементы необходимые организму для построения и жизнедеятельности клеток и органов, называют биогенными элементами.

Классификация биоэлементов по Вернадскому.

Существует несколько классификаций биогенных элементов:

А) По их функциональной роли:

- 1) органогены, в организме их 97,4% (С, Н, О, N, Р, S),
- 2) элементы электролитного фона (Na, К, Са, Mg, Cl).

Данные ионы металлов составляют 99% общего содержания металлов в организме;

- 3) Микроэлементы – это биологически активные атомы центров ферментов, гормонов (переходные металлы).

Б) По концентрации элементов в организме биогенные элементы делят:

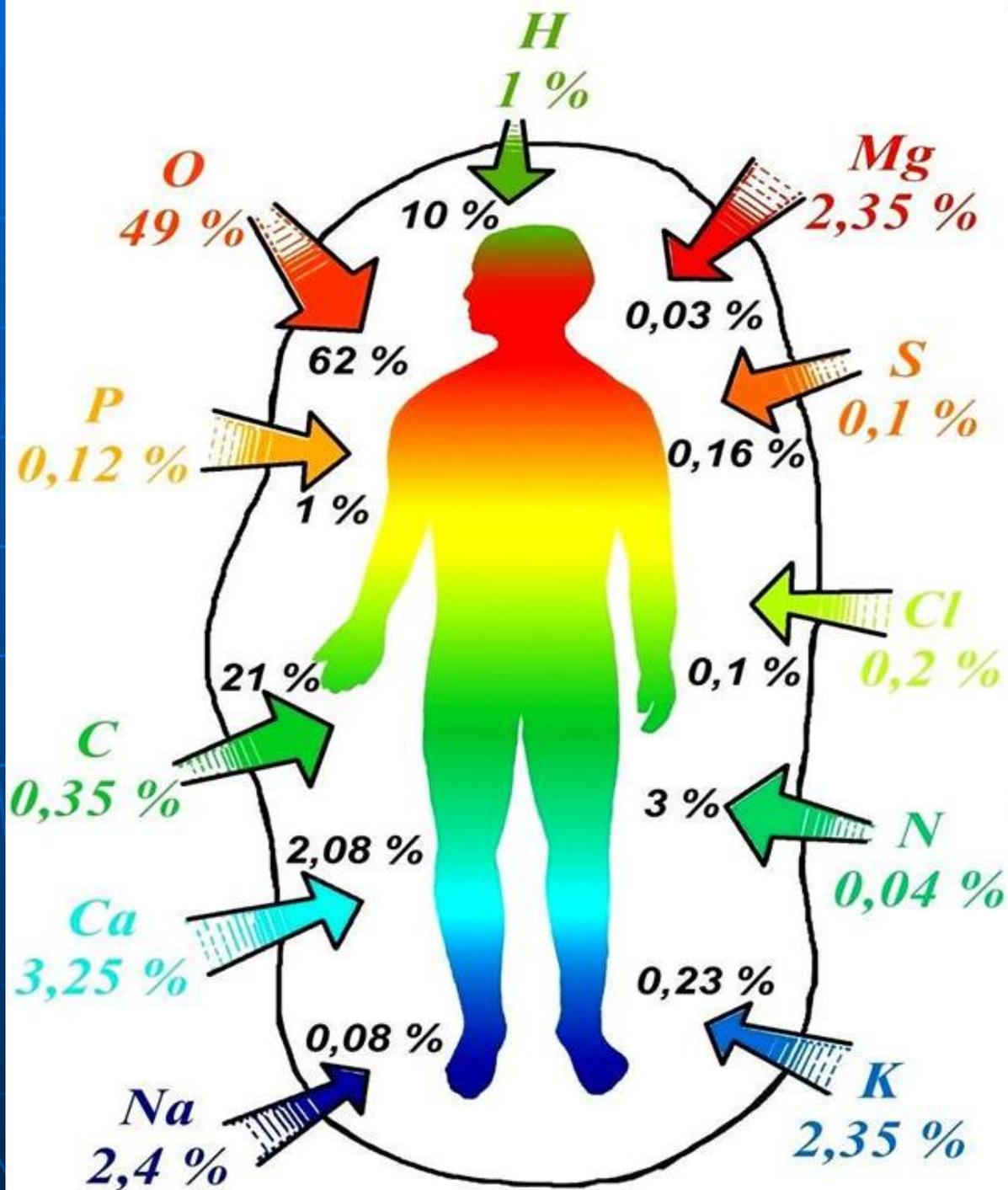
- 1) макроэлементы;
- 2) микроэлементы;
- 3) ультрамикроэлементы.

Биогенные элементы, содержание которых превышает 0,01% от массы тела, относят к **макроэлементам**. К ним отнесены 12 элементов: органогены, ионы электролитного фона и железо. Еще более поразительно, что 99% живых тканей содержат только шесть элементов: С, Н, О, N, Р, Са.

Элементы К, Na, Mg, Fe, Cl, S относят к **олигобиогенным** элементам. Содержание их колеблется от 0,1 до 1%.

Биогенные элементы, суммарное содержание которых составляет величину порядка 0,01%, относят к **микроэлементам**. Содержание каждого из них 0,001% (10^{-3} – 10^{-5} %). Большинство микроэлементов содержится в основном в тканях печени. Это депо микроэлементов.

Элементы, содержание которых меньше чем 10^{-5} %, относят к **ультрамикроэлементам**. Данные о количестве и биологической роли многих элементов невыяснены до конца.



Химические элементы клетки

Макроэлементы

кислород

углерод

водород

азот

фосфор

магний

калий

сера

натрий

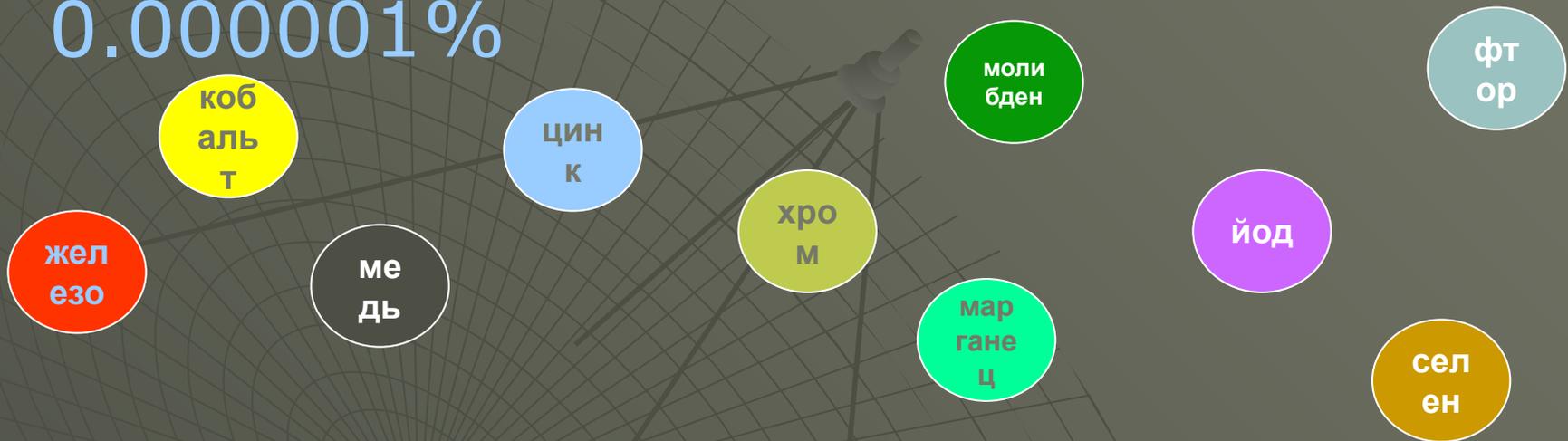
кальций

хлор

От 60% до 0.001%

Химические элементы клетки

- ◆ Микроэлементы - 0.001% - 0.000001%



- ◆ Ультраэлементы – менее 0.000001%.



С

Входит в состав
всех
биологических
соединений

Углерод

O

Входит в состав
воды и всех
биологических
соединений

Кислород

N

Компонент
белков и
нуклеиновых
кислот

Азот

Н

Н

Входит в состав
воды и всех
биологических
соединений

Водород

В

р

Необходим для
функционирования
нервных клеток

Бром

Наибольшее содержание **брома** отмечают в мозговом веществе почек, щитовидной железе, ткани головного мозга, гипофизе.

Бром входит в состав желудочного сока, влияя (наряду с хлором) на его кислотность. Суточная потребность в бrome составляет 0,5-2 мг.

Бром (Br)

Введённые в организм животных и человека бромиды усиливают концентрацию процессов торможения в коре головного мозга, содействуют нормализации состояния нервной системы, пострадавшей от перенапряжения тормозного процесса. Одновременно, задерживаясь в щитовидной железе, бром вступает в конкурентные отношения с йодом, что влияет на деятельность железы, а в связи с этим - и на состояние обмена веществ.

Н

N

а

Вместе с хлором входит в состав плазмы крови в конц.0,9%. Основной положительный ион, обеспечивающий полярность мембран живых клеток.

Натрий

Натрий (Na) - один из основных элементов, участвующих в минеральном обмене животных и человека. Содержится главным образом во внеклеточных жидкостях (в эритроцитах человека около 10 ммоль/кг, в сыворотке крови 143 ммоль/кг); участвует в поддержании осмотического давления и кислотно-щелочного равновесия, в проведении нервных импульсов. Суточная потребность человека в хлористом натрии колеблется от 2 до 10г и зависит от количества этой соли, теряемой с потом. Концентрация ионов натрия в организме регулируется в основном гормоном коры надпочечников - альдостероном.

Применение соединений натрия в медицине.

1) Гипертонический раствор натрия хлора.

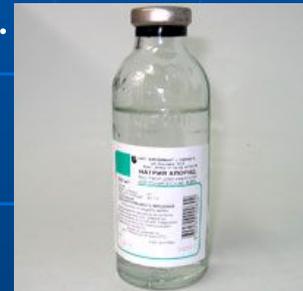
- В следствии большого осмотического давления обезвоживает клетки и способствует плазмолизу бактерий.
- Такой раствор применяют наружно при лечении гнойных ран, воспалительных процессов полости рта и обширных ожогах.

2) Пероксид натрия.

- Применяют в замкнутых объектах.

3) Натрий гидрокарбонат

- В водном растворе в результате гидролиза по аниону возникает слабо щелочная среда, которая оказывает антимикробное действие.
- Применяют для понижения кислотности и для нейтрализации кислот попавших на кожу. Также его используют как отхаркивающее средство в микстурах.



Содержание Na
в сыворотке крови > 145 мэкв/л

Дефицит Na

Оценить объём
внеклеточной жидкости

Избыток воды

Малый

Большой

Нормальный

Быстро устранить
гиповолемию

Вычислить
избыток Na

Оценить дефицит
свободной воды

Учесть ежедневно
происходящие потери
Na и воды и восполнить их

Вывести с мочой
избыток Na

Медленно устранить
дефицит свободной воды
(в течение 72ч)

К

Основной
положительный ион,
обеспечивающий
полярность мембран
живых клеток.

Калий

Калий (К) - один из биогенных элементов, постоянная составная часть растений и животных. Суточная потребность в калие у взрослого человека (2-3 г) покрывается за счёт мяса и растительных продуктов; у грудных детей потребность в калие (30 мг/кг) полностью покрывается грудным молоком, в котором 60-70 мг% К. Многие морские организмы извлекают калий из воды. Растения получают калий из почвы. У животных содержание калия составляет в среднем 2,4 г/кг. В отличие от натрия, калий сосредоточен главным образом в клетках, во внеклеточной среде его много меньше.

Натрий и калий

Натрий и калий функционируют в паре. Скорость диффузии ионов Na^+ , и K^+ через мембрану в покое мала, разность их концентрации вне клетки и внутри должна была выровняться, если бы в клетке не существовало **натрий – калиевого насоса**, который обеспечивает выведение из протоплазмы проникающих в неё ионов натрия и введение ионов калия.

Источником энергии для работы насоса является расщепление фосфорных соединений – АТФ, которое происходит под влиянием фермента – аденозинтрифосфатазы. Торможение активности этого фермента приводит к нарушению работы насоса. По мере старения организма градиент концентрации ионов калия и натрия на границе клеток падает, а при наступлении смерти выравнивается.



Соль - NaCl

В виде солей составляет твердое вещество зубов и костей, раковин моллюсков и др. беспозвоночных. В виде иона незаменим при свертывании крови.

Кальций

Кальций (Ca) - преобладающий катион организма, минеральный компонент скелета, макроэлемент с множеством физиологических функций.

99% кальция организма содержится в костях скелета и зубах в виде гидроксиапатитов - соединений кальция с фосфатами. Лишь около 1% кальция находится в крови и других биологических жидкостях организма.

Концентрация цитоплазматического кальция составляет менее 1/1000 от содержания его во внеклеточной жидкости.

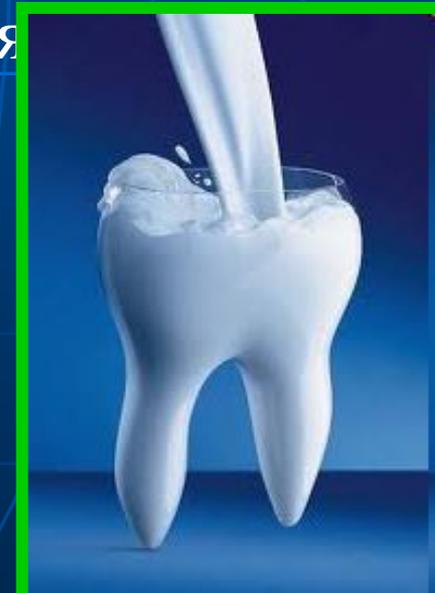
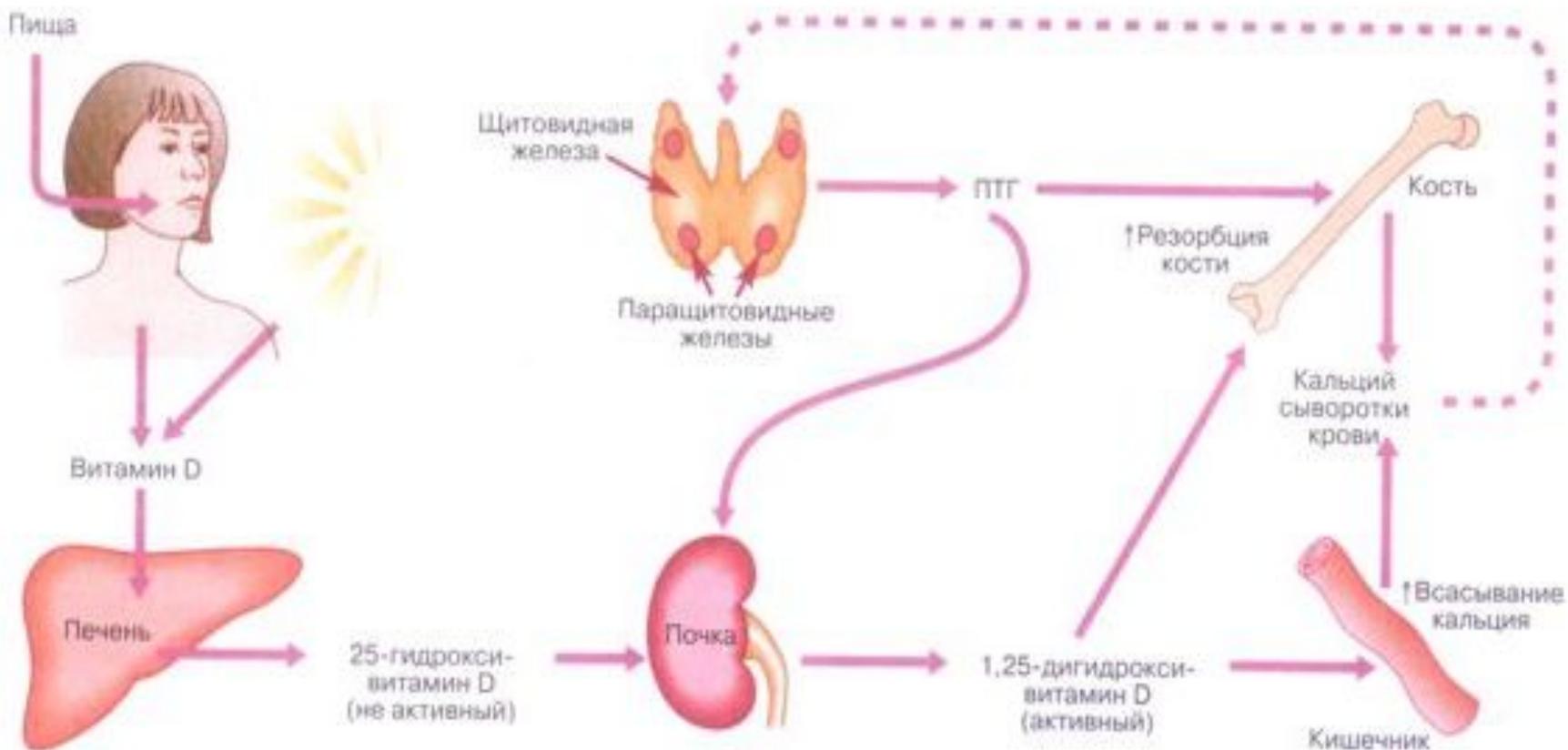


Схема обмена кальция в организме



Cl

Вместе с натрием входит в состав плазмы крови в конц.0,9%. Основной отрицательный ион, обеспечивающий полярность мембран живых клеток. В составе соляной кислоты присутствует в желудочном соке.

Хлор

Cl	17
ХЛОР	
35,453	7
$3s^2 3p^5$	8
	2

Хлор(Cl)

Хлор - один из биогенных элементов, постоянный компонент тканей растений и животных. Содержание хлора. в растениях (много хлора. в галофитах) - от тысячных долей процента до целых процентов, у животных - десятые и сотые доли процента. Суточная потребность взрослого человека в хлоре. (2-4 г) покрывается за счёт пищевых продуктов. С пищей хлор поступает обычно в избытке в виде хлорида натрия и хлорида калия. Особенно богаты хлором хлеб, мясные и молочные продукты. В организме животных хлор - основное осмотически активное вещество плазмы крови, лимфы, спинномозговой жидкости и некоторых тканей. Играет роль в водно-солевом обмене, способствуя удержанию тканями воды.

Входит в состав
переносящего
кислород белка -
гемоглобина.

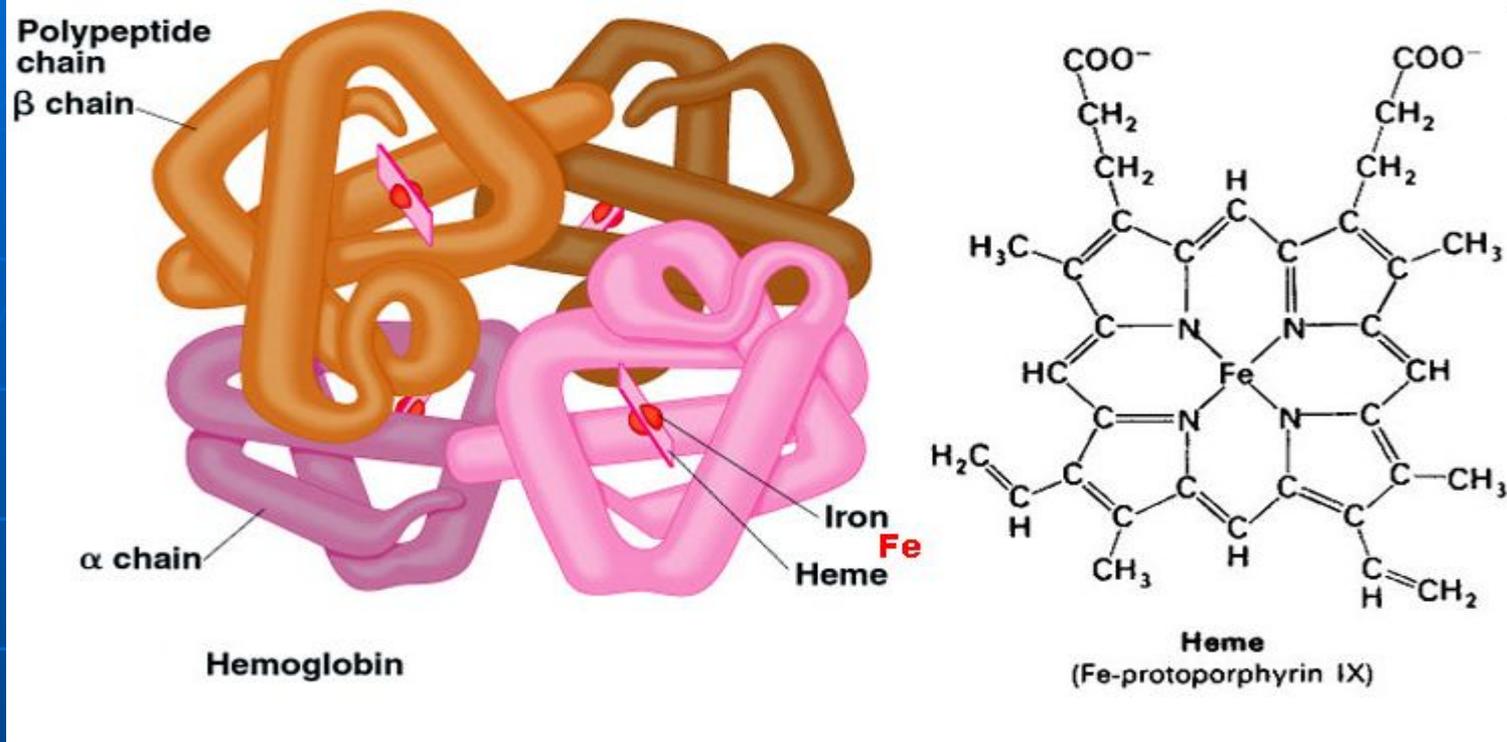
Железо

4. Свойства и биологическая роль некоторых d-элементов

В организме здорового человека содержится приблизительно 4-5 граммов железа.

Железо (Fe) выполняет в организме такие функции:

- участвует в процессах кроветворения и внутриклеточного обмена
- необходимо для образования гемоглобина и миоглобина
- обеспечивает транспортировку кислорода в организме
- нормализует работу щитовидной железы
- влияет на метаболизм витаминов группы В
- входит в состав некоторых ферментов (в том числе рибонуклеотид-редуктаз, который участвует в синтезе ДНК)
- необходимо для процессов роста организма
- регулирует иммунитет (обеспечивает активность интерферона и клеток-киллеров)
- оказывает детоксикационное действие (входит в состав печени и принимает участие в обезвреживании токсинов)
- является компонентом многих окислительных ферментов
- предупреждает развитие анемии
- улучшает состояние кожи, ногтей, волос



Гемоглобин - сложный белок, который содержит и небелковую гемм-группу (около 4% массы гемоглобина). Гемм представляет собой комплекс железа (II) с макроциклическим лигандом - порфирином и имеет плоское строение. В этом комплексе атом железа связанный с четырьмя атомами азота - донорами макрокольца так, что атом железа находится в центре этого порфиринового кольца. Пятая связь атома железа образует с атомом азота имидазольной группы гистидина - аминокислотного остатка глобина

М

д

Входит в состав
растительного
пигмента –
хлорофилла.

Магний

Магний (Mg)

Суточная потребность человека в магнии - 0,3-0,5 г; в детском возрасте, а также при беременности и лактации эта потребность выше. Нормальное содержание магния в крови - примерно 4,3 мг%; при повышенном содержании наблюдаются сонливость, потеря чувствительности, иногда паралич скелетных мышц. В организме магний накапливается в печени, затем значительная его часть переходит в кости и мышцы. В мышцах магний участвует в активировании процессов анаэробного обмена углеводов.

3. Свойства и биологическая роль некоторых р- элементов

Фосфор (P) - один из важнейших биогенных элементов, необходимый для жизнедеятельности всех организмов. Присутствует в живых клетках в виде орто- и пирофосфорной кислот и их производных, а также входит в состав нуклеотидов, нуклеиновых кислот, фосфопротеидов, фосфолипидов, фосфорных эфиров углеводов, многих коферментов и др. органических соединений.

Биологическая роль фосфора:

- необходим для нормального функционирования почек
- способствует росту и восстановлению организма
- нормализует обмен веществ
- важен для хорошей работы сердца
- является источником энергии
- способствует делению клеток
- регулирует кислотно-щелочной баланс
- активизирует действие витаминов
- уменьшает боли при артритах
- укрепляет зубы, десна и костную ткань
- участвует в регуляции нервной системы

Кальция 1000 мг
Фосфатов 1000-1400 мг
Магния 280-300 мг



Кальция 400-440 мг
Фосфора 1000-1200 мг
Магния 120-140 мг



Кальция 240 мг
Фосфора 240 мг

Внеклеточная жидкость:
кальция около 870 мг
фосфора 520 мг
магния 230 мг

Клетка

Экскреция с калом:
кальция 800-860 мг
фосфора 400-480 мг
магния 180-190 мг



Экскреция с мочой:
кальция 200-240 мг
фосфора 900-920 мг
магния 100-110 мг

Сера (S)

В виде органических и неорганических соединений **сера** постоянно присутствует во всех живых организмах и является важным **биогенным элементом**.

Биологическая роль серы определяется тем, что она входит в состав широко распространённых в живой природе соединений: аминокислот (**метионин, цистеин**), и следовательно белков и пептидов; коферментов (**кофермент А, липоевая кислота**), витаминов (**биотин, тиамин**), глутатиона и другие **Сульфгидрильные группы (-SH)** остатков цистеина играют важную роль в структуре и каталитической активности многих ферментов. Образую дисульфидные связи (-S-S-) внутри отдельных полипептидных цепей и между ними, эти группы участвуют в поддержании пространственной структуры молекул белков. В организме среднего человека (масса тела 70 кг) содержится около 1402 г серы. Суточная потребность взрослого человека в сере — около 4.



Дефицит Серы

- При недостатке Серы наблюдаются: тахикардия, 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 невротические реакции. Кроме того, недостаточность Серы может вызвать болезненность суставов, высокий уровень сахара и высокий уровень триглицеридов в крови.

Р

В виде солей в костях,
в виде анионов в
составе кислот H_2PO_4 ,
 H_3PO_4 , в АТФ, в
нуклеиновых кислотах

Фосфор

Входит в состав
мужских половых
гормонов и
некоторых белков.

Цинк

Цинк (Zn)

Биологическая роль цинка:

- * иммуностимулирующее
- * Регуляция уровня мужских половых гормонов
- * Хорошее протекание беременности
- * Улучшение качества зрения
- * Регуляция функций нервной системы.
- * Нормализация процессов пищеварения
- * Антиоксидантная
- * Нормализация уровня сахара в крови



Содержится в:

- * Устрицы, креветки, сельдь, макрель,
- * Мясо, говяжья печень, мясо птицы, молоко, сыр, яйца
- * Семена тыквы, подсолнечника, бобовые, грибы, овсяная и гречневая крупы, грецкий орехи, чеснок, цветная и кочанная капуста, спаржа, чеснок, картофель, свекла, морковь,
- * Яблоки, груши, сливы, вишня

Суточная потребность: 10 - 20 мг

Незаменимый
компонент гормона
щитовидной железы
– тироксина.

Йод



иод (I)

Препараты, содержащие иод, обладают антибактериальными и противогрибковыми свойствами, она оказывают также противовоспалительное и отвлекающее действие; их применяют наружно для обеззараживания ран, подготовки операционного поля. При приёме внутрь препараты иода оказывают влияние на обмен веществ, усиливают функцию щитовидной железы. Малые дозы иода (микроиод) тормозят функцию щитовидной железы, действуя на образование тиреотропного гормона передних долей гипофиза. Поскольку иод влияет на белковый и жировой (липидный) обмен, он нашёл применение при лечении атеросклероза, так как снижает содержание холестерина в крови; повышает также фибринолитическую активность крови. Для диагностических целей используют рентгеноконтрастные вещества, содержащие иод.

С

ц

Компонент дыхательных
пигментов
ракообразных и
моллюсков, ряда
ферментов и молекул-
переносчиков.

Медь

Медь (Cu)

Взрослому человеку достаточно 2 мг меди в день. В организме медь концентрируется в костях и мышцах, в мозге, крови, почках и печени.

Биологическая роль меди:

- принимает активное участие в построении многих необходимых нам белков и ферментов, а также в процессах роста и развития клеток и тканей;
- снабжения клеток всеми веществами, необходимыми для нормального обмена;
- вместе с аскорбиновой кислотой медь поддерживает иммунную систему в активном состоянии;
- способность меди уничтожать возбудителей заболеваний.

Cu

F

Входит в состав
зубной эмали,
делая ее прочной.

Фтор

Фтор (F) постоянно входит в состав животных и растительных тканей; микроэлемент. В виде неорганических соединений содержится главным образом в костях животных и человека - 100-300 *мг/кг*; особенно много фтора. в зубах. Поступает в организм животных и человека преимущественно с питьевой водой, оптимальное содержание фтора в которой 1-1,5 *мг/л*. При недостатке фтора у человека развивается **кариес зубов**, при повышенном поступлении - **флюороз**.

Высокие концентрации ионов фтора опасны ввиду их способности к ингибированию ряда ферментативных реакций, а также к связыванию важных в биологическом отношении элементов (P, Ca, Mg и др.), нарушающему их баланс в организме.



В

Необходим в
микродозах для
роста растений.

Бор

Самая высокая концентрация селена регистрируется в миокарде, печени, почках, гипофизе и скелетных мышцах. Содержание селена в крови отображает его уровень в организме и колеблется в среднем от 100 до 130 мкг / л.

Селен (Se)



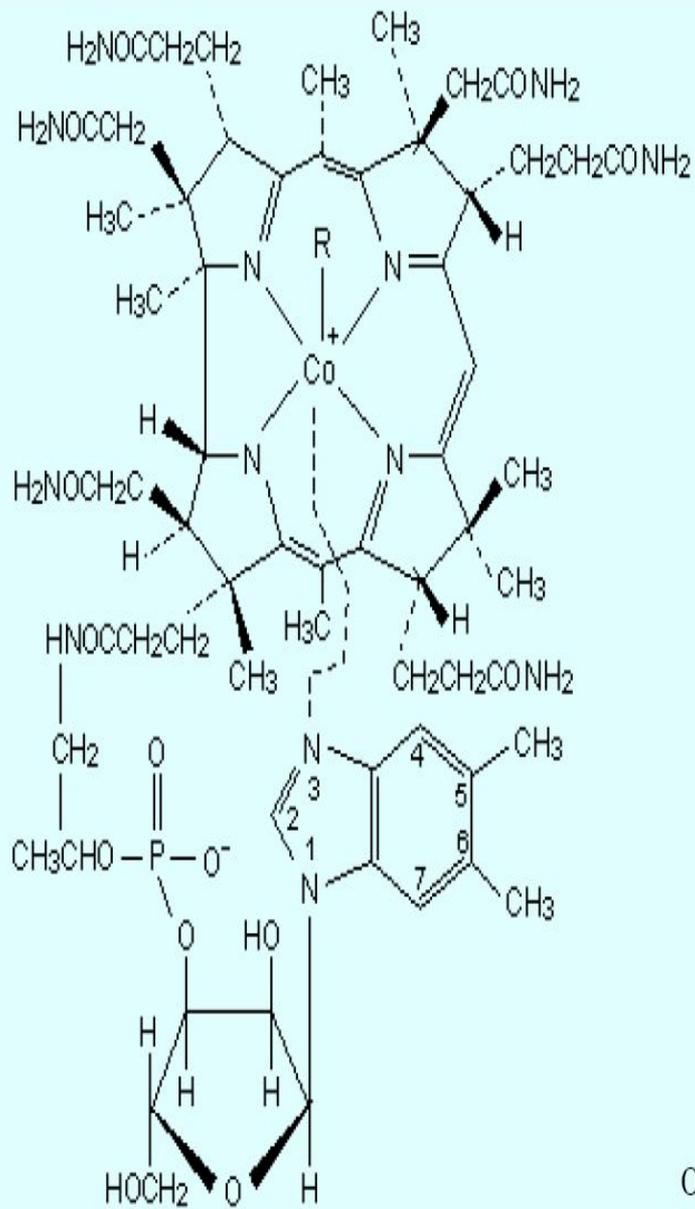
Селен оказывает на организм антигистаминное, антиаллергенно, антитератогенно, антиканцерогенное, радиопротекторное, детоксикационную и другие действия. Микроэлемент тормозит старение организма, поддерживает эластичность тканей, участвует в детоксикации солей тяжелых металлов (кадмия, ртути, мышьяка, свинца, никеля), хлорорганических соединений, элементного фосфора и инсулина. Соединения микроэлемента повышают светочувствительность сетчатки глаза, стимулируют активность неспецифических факторов иммунитета.

С дефицитом селена в организме связывают патогенез атеросклероза, панкреатита, артрита, гематозу, других заболеваний.

Кобальт (Co)

- * участвует в процессе кроветворения, образовании эритроцитов, участвует в усвоении железа;
- * нормализует обмен веществ, способствует восстановлению клеток;
- * стимулирует рост костной ткани;
- * имеет антиатеросклеротическое и иммуностимулирующее действие;
- * предотвращает обострение нервных заболеваний.

Витамин В12 (цианокобаламин)



Откр

Витамин В12 предотвращает появление анемии, важен для нормального роста и улучшения аппетита, усиливает иммунитет, играет важную роль в регуляции функции кроветворных органов, увеличивает энергию, поддерживает нервную систему в здоровом состоянии, улучшает концентрацию, память и равновесие, снижает раздражительность. Цианокобаламин является одним из веществ, необходимых для здоровья репродуктивных органов мужчин и женщин, так, он способен корректировать снижение содержания сперматозоидов в семенной жидкости.

Марганец (Mn)

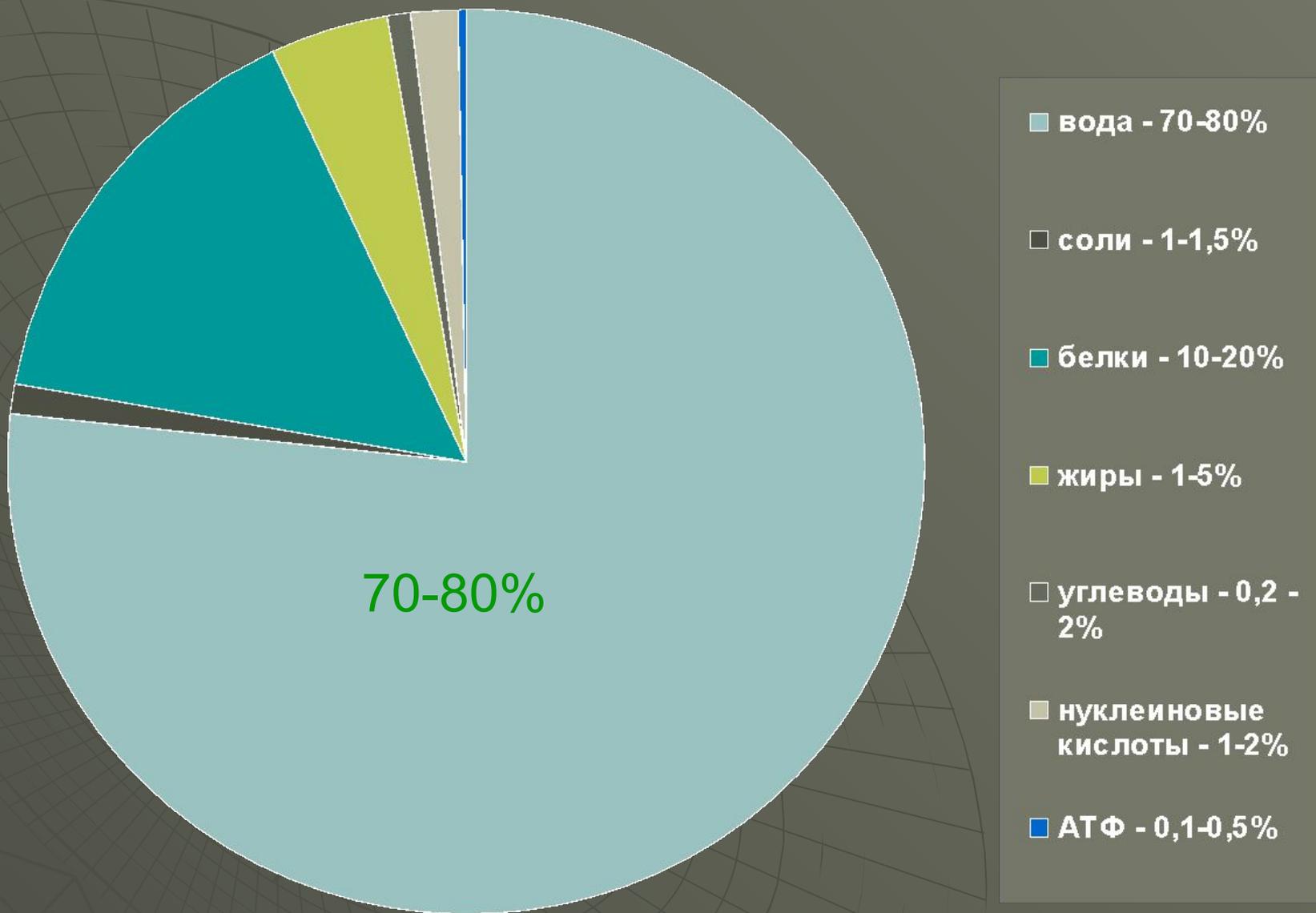
Суточная потребность взрослого организма составляет 3–5 мг Mn.

Биологическая роль марганца:

- участвует в основных нейрохимических процессах в центральной нервной системе;
- участвует в образовании костной и соединительной тканей;
- участвует в регуляции жирового и углеводного обмена, обмене витаминов С, Е, холина и витаминов группы В;
- оказывает влияние на процессы кроветворения и иммунную защиту организма.

25	Mn
2	
13	
8	МАРГАНЕЦ
2	54,938

Химический состав клетки



Свойства воды

- ◆ Обладает большой теплоемкостью
- ◆ Является универсальным растворителем
- ◆ Обладает высокой теплопроводностью
- ◆ Состоит из молекул водорода и кислорода
- ◆ Обладает высокой полярностью
- ◆ Имеет максимальную плотность при $t = +4^{\circ} \text{C}$
- ◆ Легко проникает через клеточные мембраны.

Функции воды

- ◆ Участвует в окислительно-восстановительных реакциях обмена веществ
- ◆ Участвует в реакциях гидролиза – расщепления белков, жиров, углеводов
- ◆ Участвует в терморегуляции
- ◆ При испарении вызывает охлаждение
- ◆ Является источником кислорода при фотосинтезе
- ◆ Обеспечивает тургор – давление цитоплазмы на клетку
- ◆ Является гидростатическим скелетом

Молекула
ВОДЫ



0,2 нм

Атом
водорода

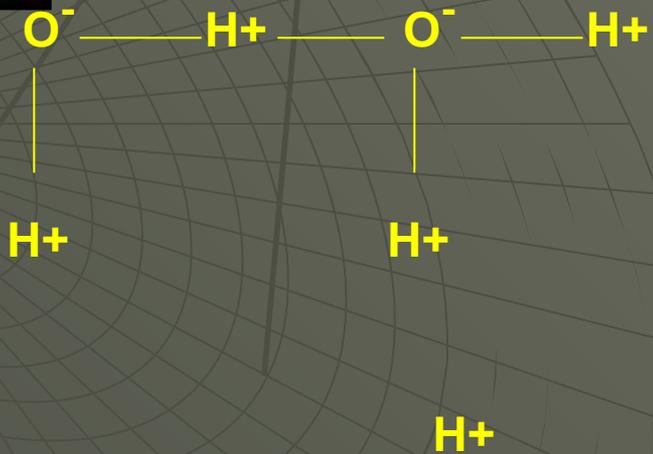


Водород

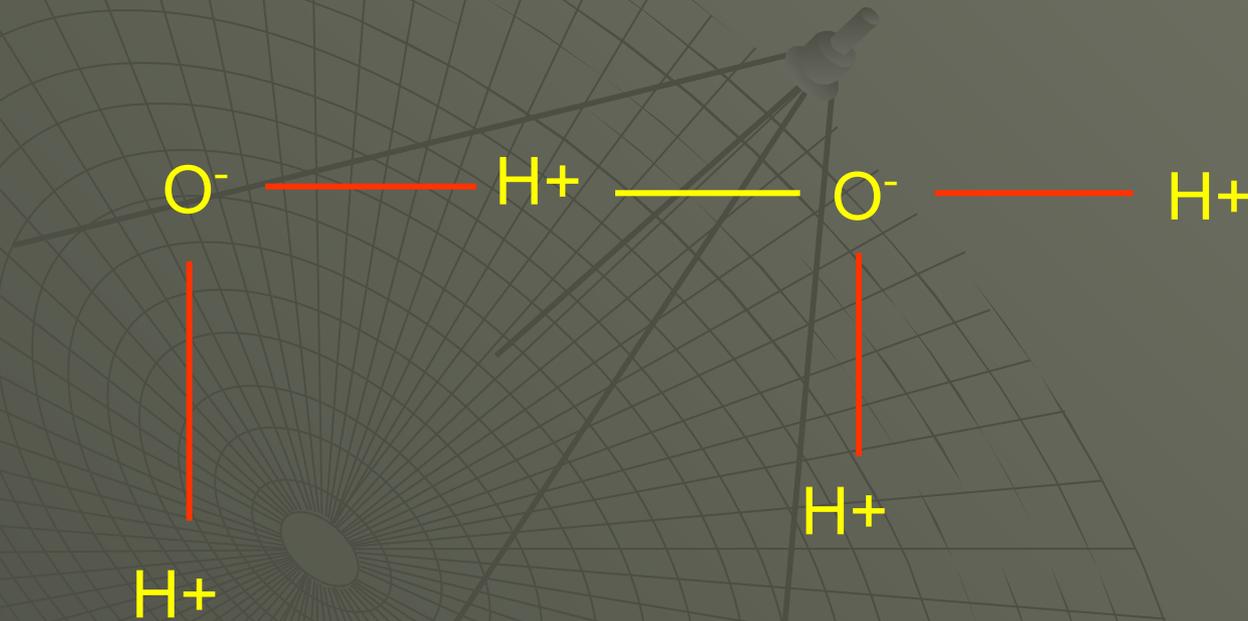


Водород

Кислород



Диполь-структура, имеющая одновременно и положительный, и отрицательный заряды.



Ковалентная связь

Водородная связь

Растворение соли



Cl^-



Na^+

Вещества

Гидрофобные

Гидрофильные

Запомни!

Липиды, жиры,
нерастворимые
соли,
некоторые белки

Соли, сахара,
аминокислоты,
нуклеиновые
кислоты,
спирты,
неорганические
Кислоты