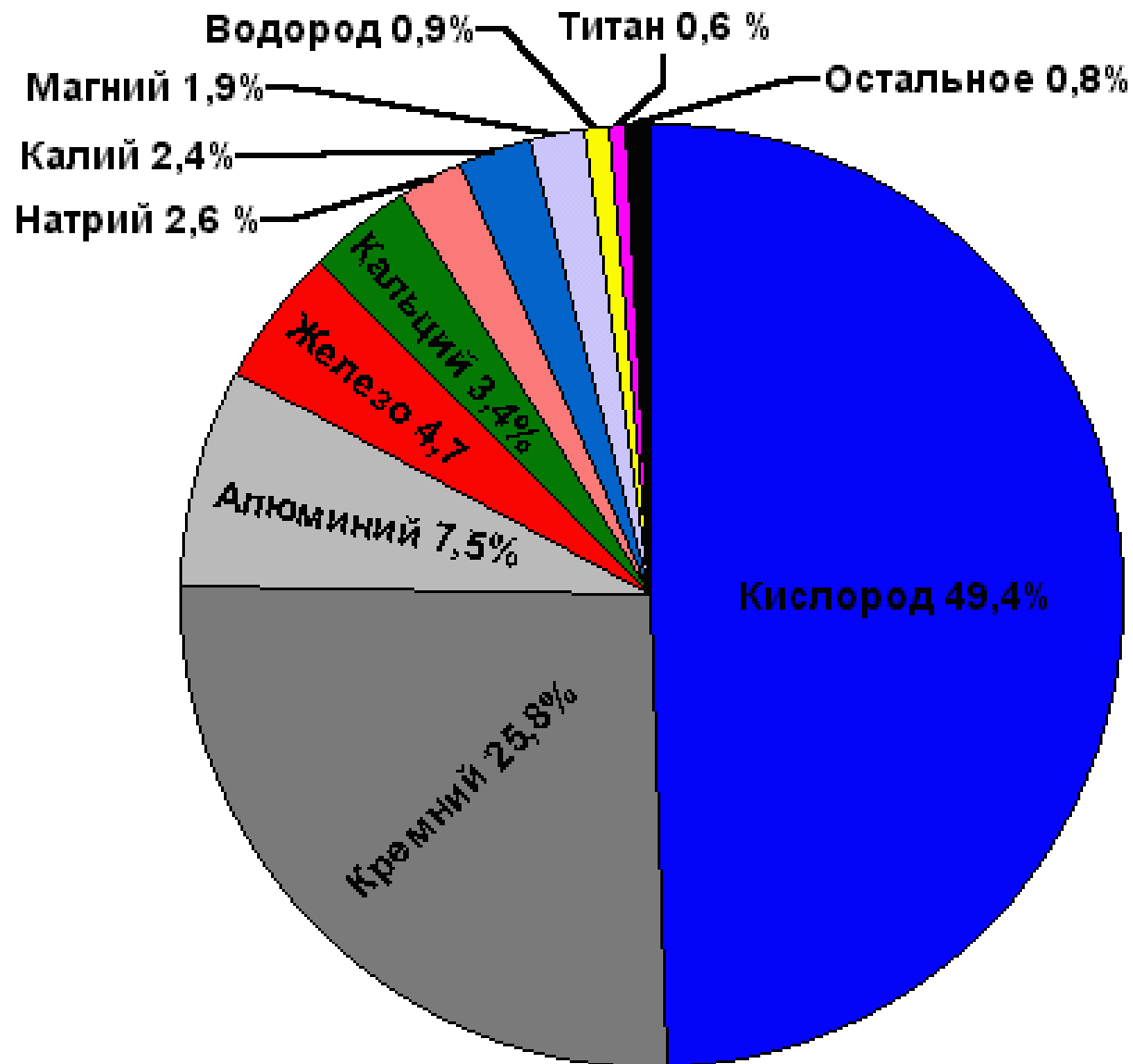


БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Распределение элементов в земной коре



Учение о биосфере

(австр. геолог Зюсс Э., 1875)

По Вернадскому:

Биосфера (от греч. bios-жизнь и sphàira-шар) - часть земной оболочки, занятой растительными и животными организмами и переработанная ими и космическими излучениями и приспособленная к жизни.

Современные представления:

Биосфера – область существования и функционирования ныне живущих организмов, охватывающая нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу, поверхность суши (террабиосфера) и верхние слои литосферы.



Владимир Иванович
Вернадский

Важным этапом необратимой эволюции биосферы Вернадский считал её переход в стадию **ноосферы ("ноос" - разум)**. Под **ноосферой** понимают **сферу взаимодействия природы и общества**. Ноосфера - новое эмоциональное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором ее развития.

- **БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ** - элементы, необходимые для построения и жизнедеятельности различных клеток и организмов.
- **ОРГАНОГЕНЫ** - C, H, O, N, P, S – эти элементы составляют 97,4% . Органогеном №1 является – углерод

Элемент	O	C	H	N	P	S
Массовая доля в организме, %	62	21	10	3	1	0,1

Критерии биогенности

- **Растворимость соединений элемента в воде** (чем лучше растворимость природных соединений элемента в воде, тем выше массовая доля этого элемента в организме).
- **Размеры атомов** (чем меньше порядковый номер элемента, тем больше его массовая доля в организме, т.к. тем меньше заряд ядра и радиус атома и тем легче элементу внедряться в живые системы)
- **Способность приобретать устойчивую электронную конфигурацию** - эта способность является причиной прочности связей элемента в соединении и устойчивости образующейся биохимической структуры.
Элементы 1-3-й групп ПСЭ отдают 1-3 электрона:



Элементы 4-7-й групп ПСЭ принимают 4-1 электрона:



– устойчивая электронная конфигурация, как у инертных газов. Так образуются ионы электролитов организма: Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- .

- **Способность к образованию прочных полярных ковалентных связей, кратных связей, созданию сопряженных систем**
- **Склонность к комплексообразованию** (максимальна для d-элементов, имеющих большой заряд ядра и значительное количество вакантных орбиталей. Катионы “металлов жизни”- Fe, Zn, Cu, Co, Mn, Mo – in vivo соединяются с биолигандами, образуя жизненно необходимые комплексы, например, гемоглобин (Fe^{2+}), витамин B_{12} (Co^{3+}), карбоангидразу (Zn^{2+}) и др.

Классификация элементов

В зависимости от массовой доли в организме человека

(В. И. Вернадский)

1. Макроэлементы (10^{-2} %) – H, O, C, N, P, S, Ca, Na, Mg, K, Cl
2. Микроэлементы (от 10^{-3} до 10^{-5} %) - I, Cu, As, F, Br, Sr, Ba, Co
3. Ультрамикроэлементы (ниже 10^{-5} %) – Hg, Au, U, Th, Ra

Исходя из значимости для жизнедеятельности (В.В.Ковальский)

1. Незаменимые (жизненно необходимые) элементы – H, O, C, P, N, S, Ca, K, Na, Mg, F, Cl, I, Mn, Cu, Co, Fe, Zn, Mo, V + Ni, Se
2. Примесные элементы, постоянно содержащиеся в организме – Ga, Br, Li, Al, As, Pb, Bi, Cr, Ag и пр.
3. Примесные элементы, обнаруженные в организме – Sc, Tl, La, Sm, и пр

Организм человека состоит из:

60 % воды

34 % органические вещества

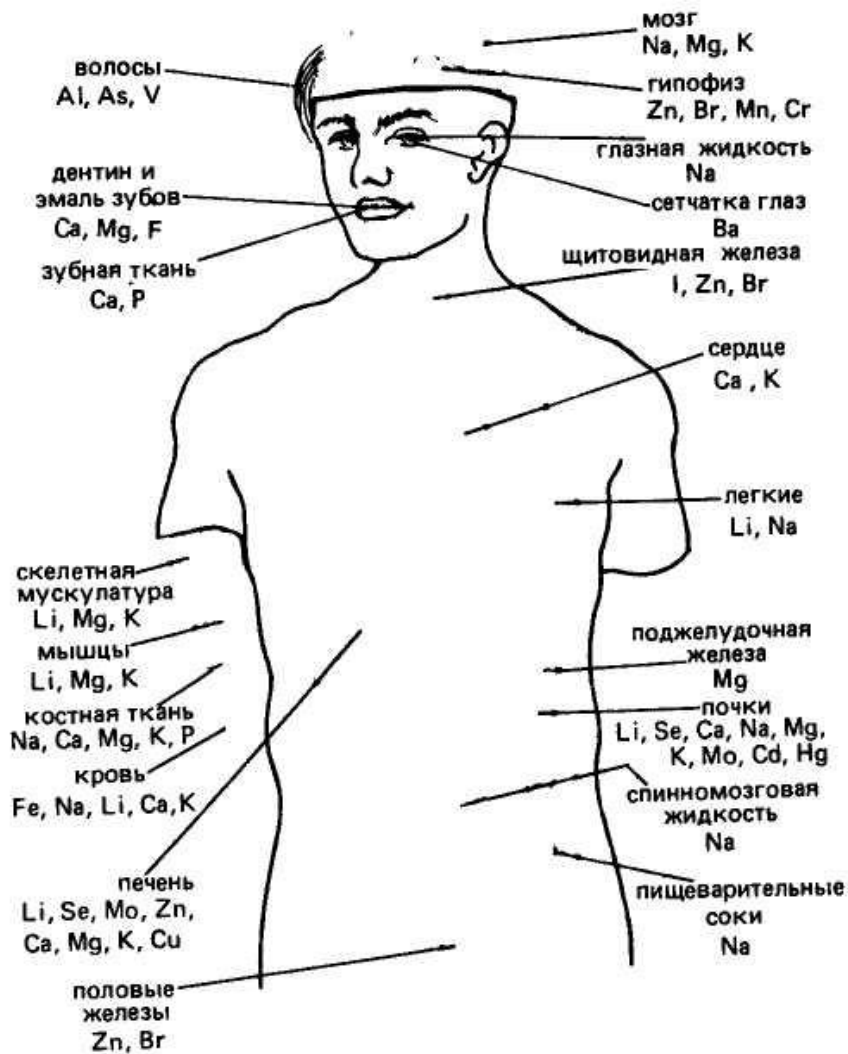
6 % неорганические вещества

Десять металлов, жизненно необходимых для организма, получили название «**металлы жизни**». Так, установлено, что в организме человека массой 70 кг содержание «металлов жизни» составляет (в г):

- кальция – 1700;
- калия - 250;
- натрия – 70;
- магния – 42;
- железа – 5;
- цинка – 3;
- меди – 0,2;
- марганца, молибдена и кобальта, вместе взятых – менее 0,1.

В неорганических веществах организма человека **ОБЯЗАТЕЛЬНО** присутствуют **22** химических элемента: Ca, P, O, Na, Mg, S, B, Cl, K, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cr, Si, I, F, Se

ТОПОГРАФИЯ



Типы элементов и их соединений в зависимости от их поведения в организме человека:

1. Необходимые – при их недостатке возникают функциональные нарушения, устраняемые путем введения в организм этого элемента.
2. Стимуляторы - проявляют избирательное активирующее действие на функции организма.
3. Терапевтические агенты – лекарственные препараты
4. Инертные – не оказывают никакого воздействия
5. Токсичные – причиняют вред организму, иногда – необратимый, что ведет к функциональным нарушениям, деформациям, смерти.

В зависимости от концентрации и времени контакта элемент может действовать по одному из пяти указанных типов (в одном и том же организме).

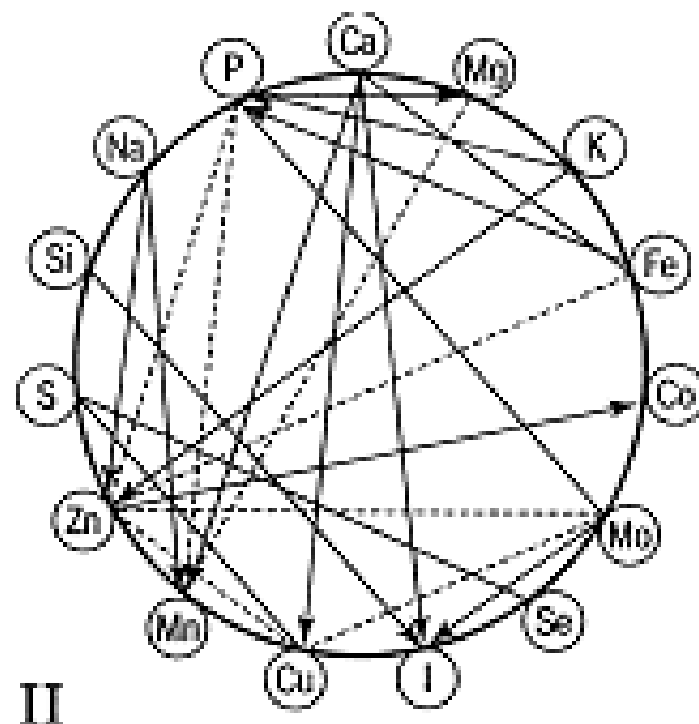
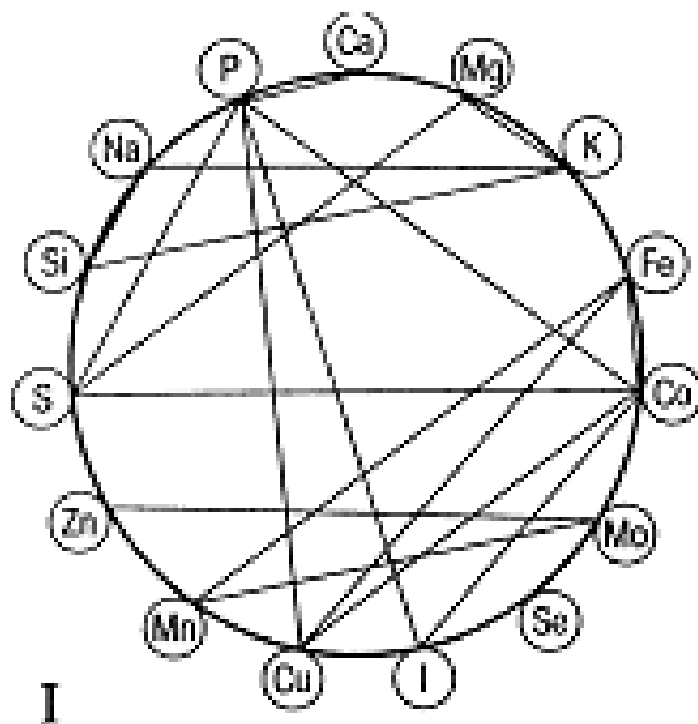


«Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости, одна лишь доза делает яд незаметным»

Условно элементы можно разделить на токсичные и нетоксичные. **Токсичные элементы** – химические элементы, оказывающие отрицательное влияние на живые организмы, которое проявляется только при достижении некоторой концентрации, определяемой природой организма. Потенциально опасные металлы, наличие которых даже в следовых количествах подвергает риску отравления: Li (I), Be (II), Al (III), V (V), Cr (III), Mn (II), Te (II), Co (II), Ni (II), Cu (II), Zn (II), Sr (II), Mo (VI), Ag (I), Cd (II), Sn (IV), Sb (III), Cs (I), Hg (II), Pb (II), U (VI), Pu (III).

Микроэлементозы

- Патологические состояния, вызванные недостатком, избытком или дисбалансом макро- и микроэлементов называется **микроэлементозами**.
1. Гипомикроэлементозы.
 2. Гипермикроэлементозы.



Метаболические взаимосвязи жизненно необходимых элементов:

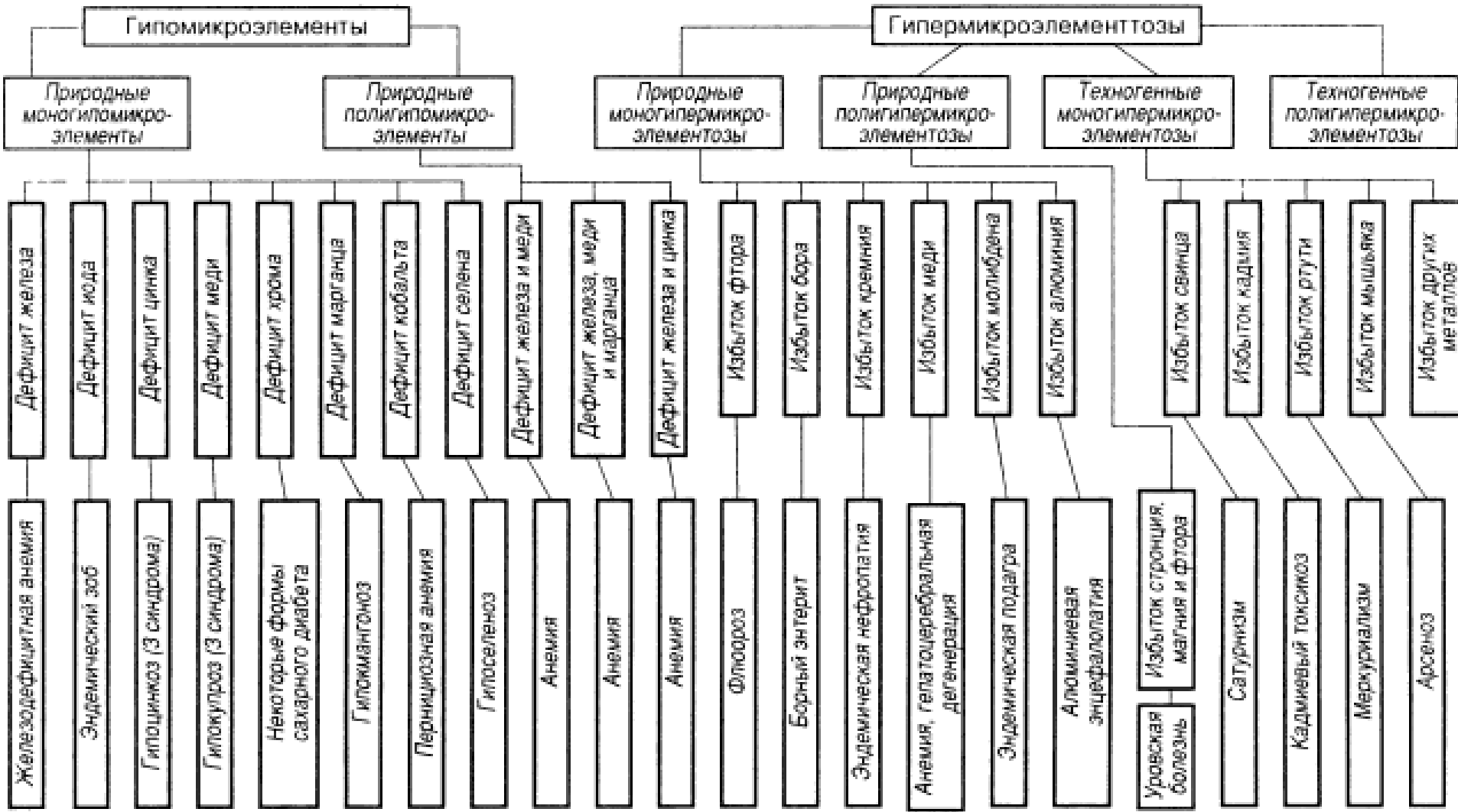
I — синергизм; *II* — антагонизм; — односторонний, - - - - взаимный
(по: В. И. Георгиевский, Б. И. Анненков, В. Г. Самохин, 1979)

- **Антагонисты:**

- Тормозят адсорбцию друг друга (P и Mg, Zn и Cu)
- Оказывают противоположное влияние на какую-нибудь биохимическую функцию в организме (Ca и Mg)

- **Синергисты:**

- Взаимно способствуют адсорбции друг друга (витамин Д и Ca)
- Взаимодействуют в осуществлении какой-либо обменной функции на тканевом или клеточном уровне (Ca и P)



Ртуть

- Меркуриализм - пары ртути вредят нервной системе, вызывая такие симптомы, как спутанная речь и искажение зрения.
- Жизненно-необходимый элемент! – активирует в организме SH-содержащие ферменты, вызывает избирательный апоптоз опухолевых клеток.
- Применение в медицине – HgO входит в состав мазей для лечения кожных заболеваний. Hg_2Cl_2 (каломель), используется в качестве фунгицида

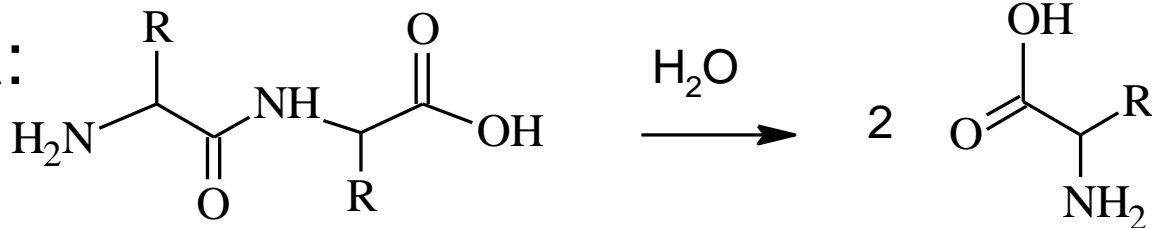


ЦИНК

- Участвует в обмене веществ, контролирует экспрессию генов в процессе клеточного цикла, влияет на остеогенез, участвует в сперматогенезе...

- Цинк содержится в инсулине (на 6 молекул – 2 атома Zn).

- Карбоангидраза: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$

- Карбоксипептаза:

$$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{R})-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}(\text{R})-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}(\text{R})-\text{NH}_2$$

- Алкогольдегидрогеназа – конвертирует 0,1г/кг/час этанола: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}(\text{O})\text{H} + 2[\text{H}]$

Патологические состояния

- Дефицит цинка

- Хронические воспалительные заболевания пищеварительного тракта, колиты, гепатиты
- Болезнь Вильсона-Коновалова
- Алкоголизм и наркомания

- Избыток цинка

- Анемия с дефицитом железа и меди
- Гиперхолестеринемия
- При токсических дозах проявляет канцерогенные свойства

Применение в медицине

^{65}Zn - лечение злокачественных опухолей

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – в виде растворов: 0,1-0,25 % - вяжущее и противовоспалительное действие (глазные капли), 0,5-1 % - раздражающее действие, при приеме внутрь вызывают рвоту

ZnSO_4 (обезвоженный) – стоматологические цементы

ZnO – в дерматологии в качестве присыпок, мазей как вяжущее, «подсушивающее» и противомикробное средство, а также является компонентом витаминно-минеральных комплексов (Витрум, Геримакс)

$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Zn}$ – в качестве присыпки

Характерные симптомы дефицита химических элементов в организме человека

Дефицит элемента	Типичный симптом
Ca	Замедление роста скелета
Mg	Мышечные судороги
Fe	Анемия, нарушение иммунной системы
Zn	Повреждение кожи, замедление роста, замедление сексуального созревания
Cu	Слабость артерий, нарушение деятельности печени, вторичная анемия
Mn	Бесплодность, ухудшение роста скелета
Mo	Замедление клеточного роста, склонность к кариесу
Co	Злокачественная анемия
Ni	Учащение депрессий, дерматиты
Cr	Симптомы диабета
Si	Нарушение роста скелета
F	Кариес зубов
I	Нарушение работы щитовидной железы, замедление метаболизма
Se	Мышечная (в частности, сердечная) слабость

Зоны, в пределах которых животные и растения характеризуются определенным химическим элементарным составом, называют **биогеохимическими провинциями**. Биогеохимические провинции - это территории различных размеров в составе субрегионов биосферы с постоянными характерными реакциями организмов (например эндемические заболевания). **Эндемические заболевания** - заболевания и синдромы, в этиологии которых главную роль играет недостаток биогенных (эссенциальных) элементов или избыток как биогенных, так и токсических микроэлементов, а также их дисбаланс, в том числе аномальные соотношения микро- и макроэлементов.

Fe (изб) – сидероз (Урал)

Mo (изб) – молибденовая подагра (Армения)

Cu (изб) – болезнь Вильсона, синдром Мениеса

I (недостаток) – Базедова болезнь, гипотериоз (Урал, Волгоградская обл.)

Sr (изб) – Уровская болезнь (Забайкалье, Китай, Корея)

K (нед) – гипокалиемия

Ba (изб) – Па-пинг

d – ЭЛЕМЕНТЫ

Образуют В-подгруппы, 4 декады

Электронное строение $(n-1)d^{1-10} ns^{1-2}$



***В РЯДУ d-ЭЛЕМЕНТОВ
с увеличением заряда ядра***

- *Радиус атома увеличивается*
- *Увеличивается легкость отдачи электронов (типичные металлы с положительными степенями окисления)*
- *Возрастает энергия ионизации*
- *Увеличивается комплексообразующая способность*

ЦИНК Zn

ПЛАН ОТВЕТА:

1. Строение атома, характерные валентности, степени окисления и координационные числа
2. Химические свойства элемента и его соединений (оксидов, гидроксидов, кислот, гидридов и т.д.)
3. Соединения в природе
4. Биороль
5. Применение в медицине. Токсичность

Zn 4s² 3d¹⁰ валентность II, степень окисления +2

Типичный металл, восстановитель $Zn - 2e \rightarrow Zn^{2+}$

В земной коре содержится 8,3·10⁻³% по массе. Занимает 23 место по распространенности. В природе встречается в виде минералов: цинковая обманка ZnS, цинкит ZnO, каламин 2ZnO·SiO₂·H₂O и др

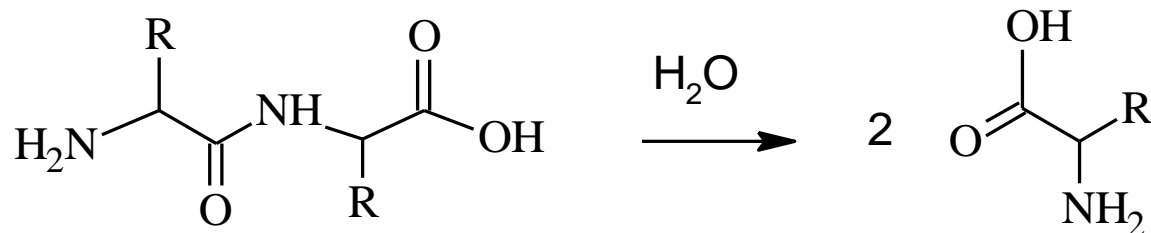
Цинк – незаменимый микроэлемент. Содержание в организме 1,4-2,3 г, суточная потребность – 5 мг. Концентрируется – в мышцах, печени, поджелудочной железе, эритроцитах, сетчатке глаза, скелете.

Цинк содержится в инсулине (на 6 молекул – 2 атома Zn).

Входит в состав более 40 металлоферментов. Например:

Карбоангидраза: $CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow HCO_3^- + H^+$

Карбоксипептаза:



Алкогольдегидрогеназа: $R-CH_2-OH \rightarrow R-C(O)H + 2[H]$

Zn ускоряет синтез вит. С и В.

Применение в медицине

^{65}Zn - лечение злокачественных опухолей

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – в виде растворов: 0,1-0,25 % - вяжущее и противовоспалительное действие (глазные капли), 0,5-1 % - раздражающее действие, при приеме внутрь вызывают рвоту

ZnSO_4 (обезвоженный) – стоматологические цементы

ZnO – в дерматологии в качестве присыпок, мазей как вяжущее, «подсушивающее» и противомикробное средство

$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Zn}$ – в качестве присыпки

Использованные источники

- http://wsyachina.narod.ru/chemistry/bio_elements.html Ю. Н. Кукушкин Химические элементы в организме человека
- http://bioelements.studenthost.ru/pages/page_moli.htm
- Ершов Ю.А., Плетенёва Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. М.: Медицина, 1989.