

«Вода! Ты - сама жизнь.

**Ты - самое большое
богатство на Земле!»**

(А. де Сент-Экзюпери).



ТЕМА ЛЕКЦИИ:

Водно-солевой обмен

K⁺

H₂O

Na⁺

**Доцент МАГЛЫШ
Сабина Степановна**

Вопросы лекции

- 1. Компартиментализация жидкостей в организме. Электролитный состав биологических жидкостей.**
- 2. Вода, биологические функции в организме. Водный баланс.**
- 3. Механизмы регуляции объема и электролитного состава жидкостей организма.**
- 4. Нарушения водно-электролитного обмена: обезвоживания, отеки.**
- 5. Минеральные компоненты тканей, классификация, представители, биологическая роль, обмен, регуляция обмена.**
- 6. Эссенциальные микроэлементы, биологическая роль.**

1. Компартиментализация жидкостей в организме

Внутриклеточная
30-40%, 27 л

Внеклеточная
20-25%, 15 л

Внутрисосудистая
3 л

Интерстициальная
11 л

Трансцеллюлярная
1 л

Трансцеллюлярная жидкость – жидкость внутренних полостей тела:

- **Спинномозговая;**
- **Перикардальная;**
- **Плевральная;**
- **Синовиальная;**
- **Внутриглазная;**
- **Пищеварительные соки: желудочный, поджелудочный, кишечный;**
- **Желчь.**



*Стекловидное
тело глаза
87%*

*Зубная
эмаль
0,2%*

Кровь 90%

Кости 28%

*Жировая
ткань 29%*

Мышцы 75%



Электролитный состав биологических жидкостей

Вода: у мужчин – 60 %, у женщин – 55 %.

Содержание воды в организме зависит: от возраста, пола, содержания жира.

1. Неэлектролиты: белок (45-55 %), глюкоза, мочеви́на, мочева́я кислота, креатин, креатинин, билирубин, аминокислоты, кетоновые тела.

2. Электролиты:

а) внутри клетки – K^+ (> в 37,5 раз), Mg^{2+} (> в 3,5 раза, PO_4^{3-} (> в 17,5 раза);

б) вне клетки – Na^+ (> в 14 раз), Ca^{2+} (внутри клетки отсутствует); Cl (> в 50 раз), HCO_3^- (> в 3 раза).

Основные электролиты жидкостей организма

| Содержание электролитов мэкв/л | Внеклеточ. ж-ть | | Внутриклеточн ж-ть |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| | плазма | интерстициальн. | |
| Na^+ | 140 | 140 | 10 |
| K^+ | 4 | 4 | 150 |
| Ca^{2+} | 5 | 2,5 | 0 |
| Cl^- | 105 | 115 | 2 |
| PO_4^{3-} | 2 | 2 | 35 |
| HCO_3^- | 27 | 30 | 10 |

Характеристика жидкостей организма

- **ОБЪЕМ** – зависит от количества воды и содержания в ней электролитов.
- **ОСМОЛЯЛЬНОСТЬ** – мера концентрации веществ в в жидкости. Характеризует суммарное содержание растворенных веществ.
- **pH** – зависит от типа клеток:
 - 4,5 – предстательная железа;
 - 7,36-7,44– плазма крови
 - 8,5 – остеобласты и т.д.

2. ВОДА, БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ, ВОДНЫЙ БАЛАНС

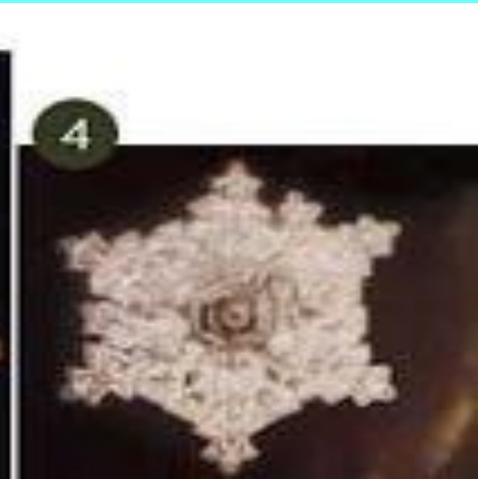


Состояния воды в организме

Конститу-
ционная
(прочно-
связанная
с белками,
липидами,
жирами).

Слабо-
связанная
(диффузные
слои и гидратные
оболочки био-
полимеров)

Свободная
(мобильная
среда для
электролитов
и неэлектр-в)



Биологические функции воды

- 1. Растворитель биологических молекул.**
- 2. Метаболическая – метаболит в реакциях гидролиза, гидратации, дегидратации; образуется при тканевом дыхании, участвует в фотосинтезе.**
- 3. Механическая – обеспечивает тургор клеток.**
- 4. Терморегуляторная – поддерживает тепловой баланс.**
- 5. Структурная – стабилизирует мембраны.**
- 6. Транспортная – обеспечивает транспорт в клетках, между клетками, между органами.**

ВОДНЫЙ СУТОЧНЫЙ БАЛАНС

Поступление

Питье (1,2 л)

Пища (1,0 л)

Метаболизм (0,3 л)

Всего: 2,5 л

Выведение

Мочевыделение (1,4)

Через кожу (0,6 л)

Выдых. возд. (0,4 л)

Дефекация (0,1 л)

Всего: 2,5 л

3. Механизмы регуляции объема и электролитного состава жидкостей организма

Факторы регуляции баланса натрия и воды на почечном уровне.

- 1. Ренин-ангиотензиновая система** – стимулирует синтез альдостерона.
- 2. Альдостерон** – гормон коры надпочечников, способствует реабсорбции натрия.
- 3. АДГ (антидиуретический гормон)** – гормон задней доли гипофиза, активирует реабсорбцию воды почками.
- 4. Предсердный натриуретический гормон** – способствует экскреции натрия.

Этапы регуляции объема и электролитного состава жидкостей организма

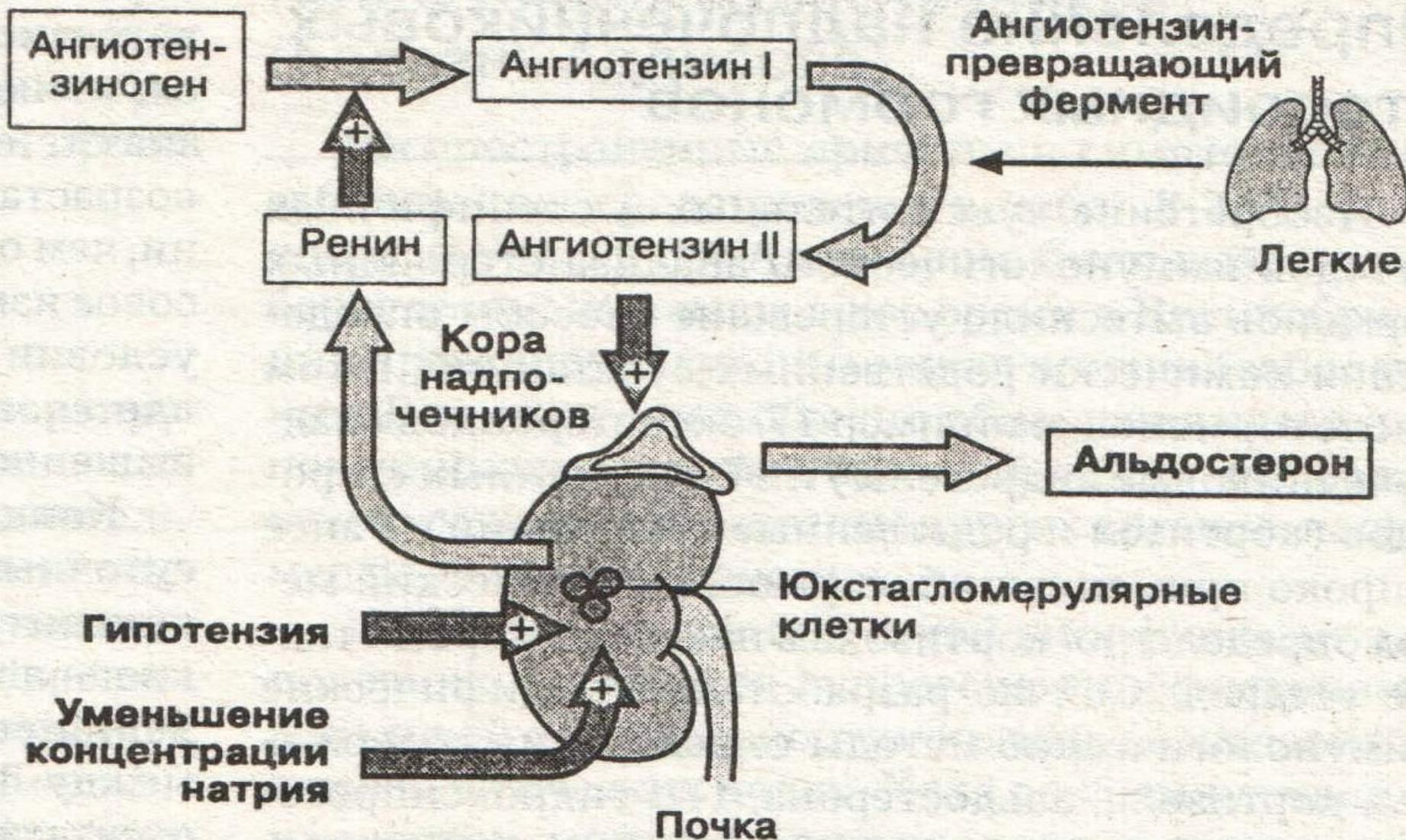
Уменьшение объема крови → снижение перфузионного давления в почках (снижение конци-и натрия) → возбуждение клеток ЮГА → синтез ренина в почках → превращение ангиотензиногена (белок печени) в ангиотензин I (декапептид) → образование ангиотензина II (октапептид) в основном в легких → выделение альдостерона корой надпочечников → задержка натрия в дистальных канальцах почек → повышение осмотического давления →

→ возбуждение осморорецепторов гипоталамуса → синтез вазопрессина в гипоталамусе и аксональный транспорт его в нейрогипофиз → выделение вазопрессина из гипофиза → задержка воды с участием гиалуронидазы почек → увеличение объема крови → увеличение кровяного и перфузионного давления крови → прекращение выделения ренина. Если оно не прекращается, то развивается почечная гипертензия.

РЕГУЛЯЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ АЛЬДОСТЕРОНА (СИСТЕМА РЕНИН-АНГИОТЕНЗИН)



РЕГУЛЯЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ АЛЬДОСТЕРОНА (СИСТЕМА РЕНИН-АНГИОТЕНЗИН)



Эффекты ангиотензина II

Почки

ЦНС



реабсорбция Na⁺

↑ секреция АДГ



↓ скорость фильтрации



↑ жажда

Ангиотензин II

Надпочечники

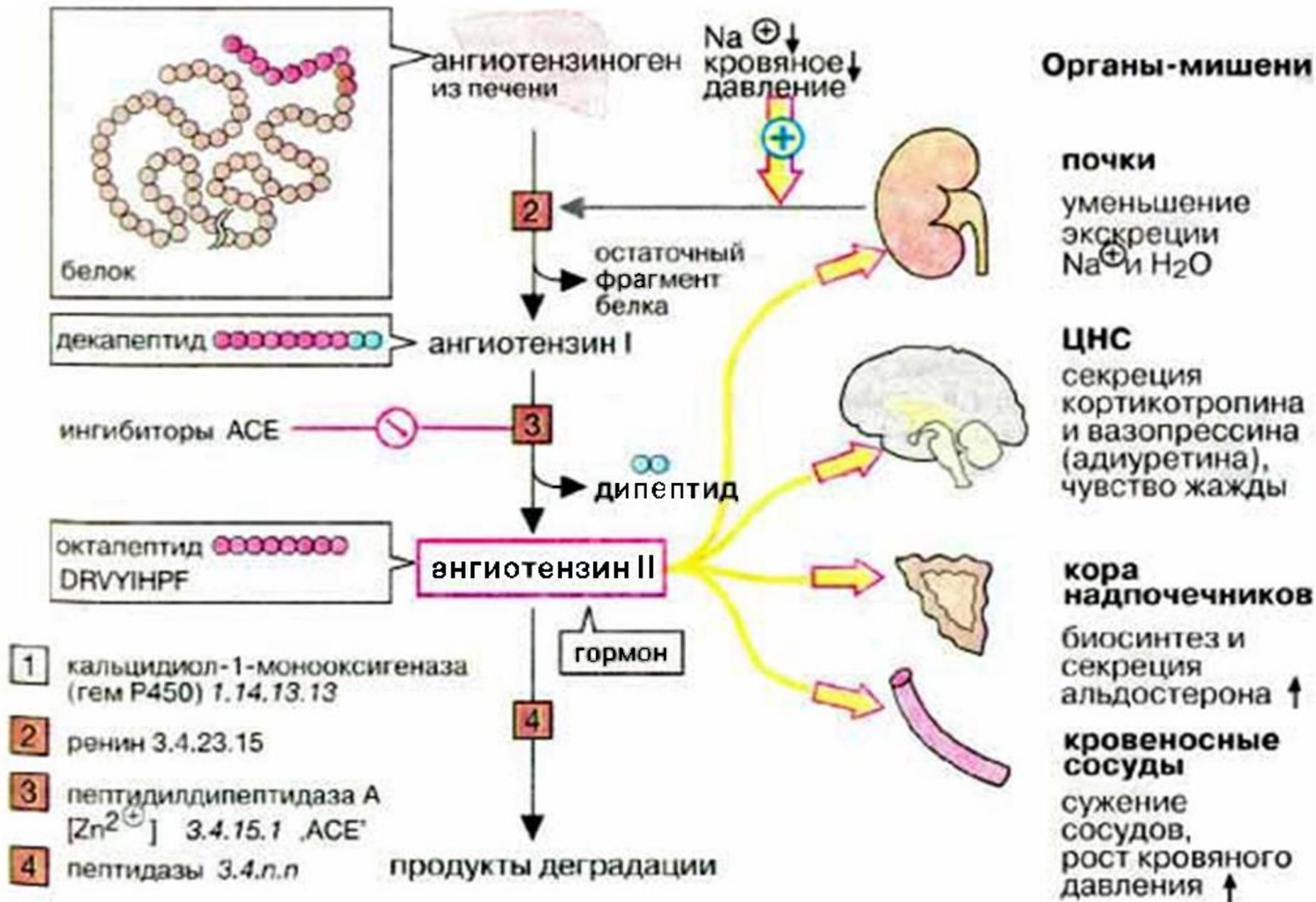
Сосудист.сист



↑ секреция
альдостерона



↑ сужение сосудов
арт. давление



- 1** кальцидиол-1-монооксигеназа (гем P450) 1.14.13.13
- 2** ренин 3.4.23.15
- 3** пептидилдипептидаза A [Zn²⁺] 3.4.15.1 ACE
- 4** пептидазы 3.4.n.n

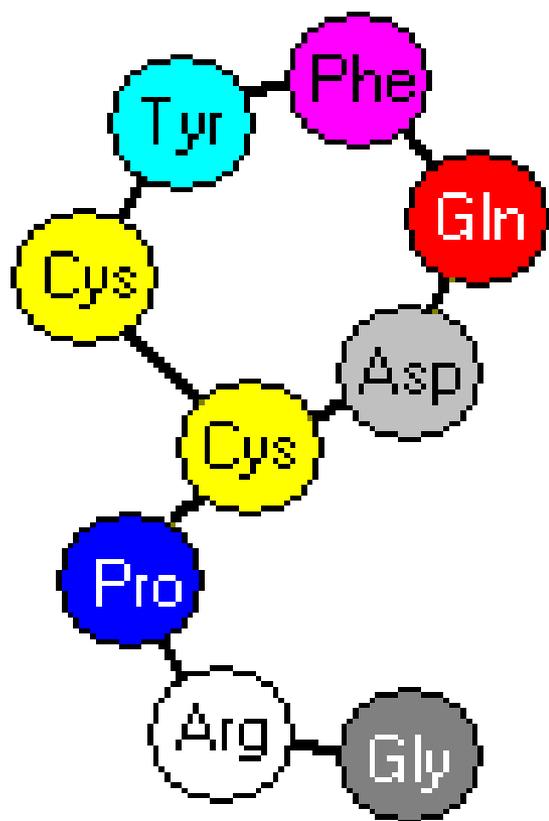
Б. Система ренин-ангиотензин

АЛЬДОСТЕРОН

↑ реабсорбцию Na^+ и ↓ реабсорбцию K^+ .

Действует на дистальную часть почечных канальцев. Связывается с внутриклеточными рецепторами, стимулирует транскрипцию генов и синтез белков, которые открывают натриевые каналы в апикальной мембране.

Вазопрессин (антидиуретический гормон, АДГ)



ОЛИГОПЕПТИД,

**СОДЕРЖИТ 9 ОСТАТКОВ
АМИНОКИСЛОТ**

**МЕСТО ВЫРАБОТКИ -
ГИПОТАЛАМУС**

**АНТИДИУРЕТИЧЕСКИЙ
ГОРМОН**

Вазопрессин (АДГ)

Синтезируется в гипоталамусе при:

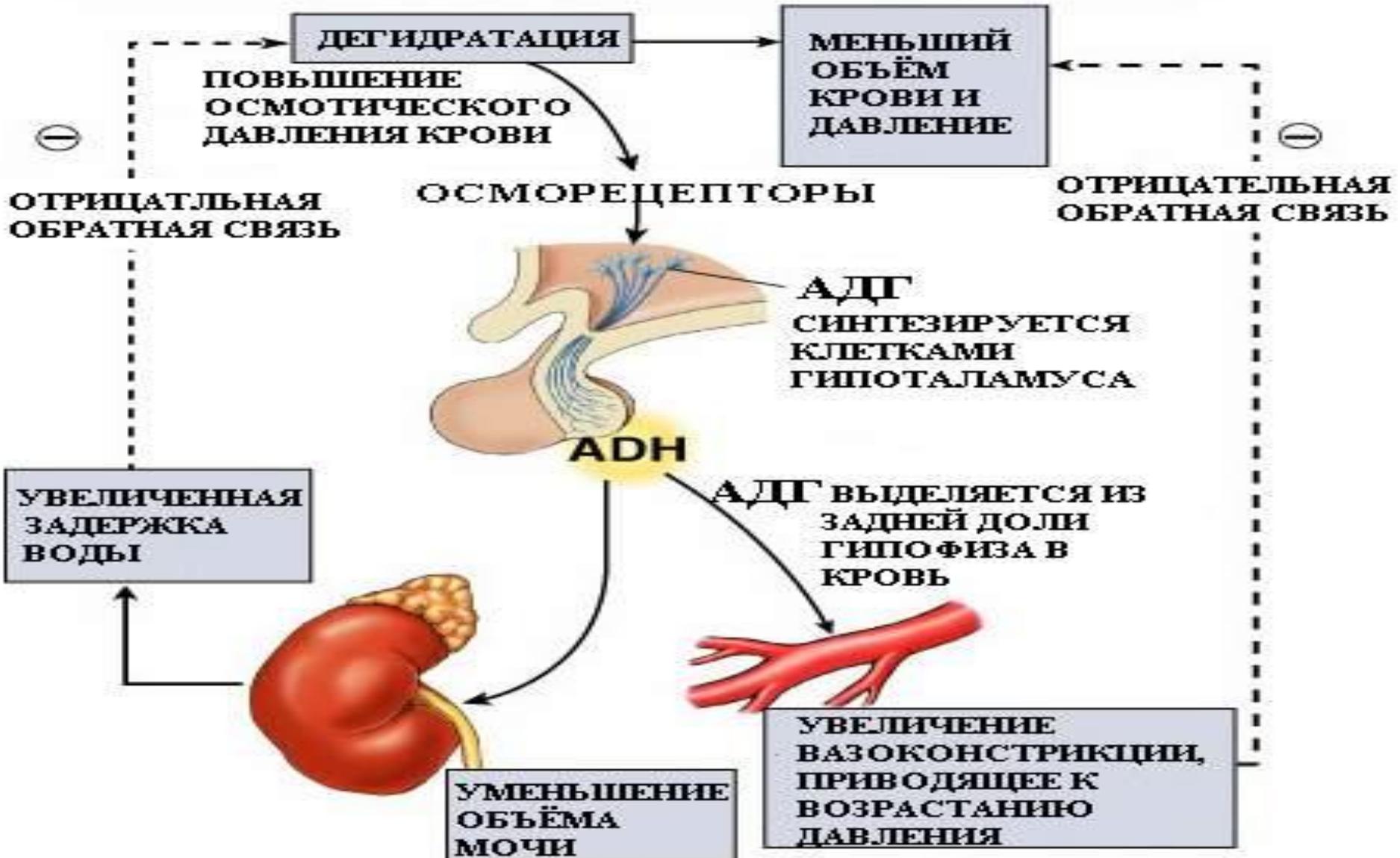
- 1) **снижении кровенаполнения предсердий (раздражение барорецепторов);**
- 2) **повышении осмоляльности плазмы (раздражение осморецепторов гипоталамуса).**

Секретируется нейрогипофизом.

Биологич. эффект:

- **повышает реабсорбцию воды из первичной мочи;**
- **снижает диурез.**

ВЛИЯНИЕ АДГ НА ОБЪЁМ ВОДЫ И КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ



Предсердный натрийуретический фактор (ПНФ)

Синтезируется предсердиями и выделяется в ответ на  объема циркулирующей крови.

 выведение Na^+ и воды (диурез);

-  синтез ренина;
-  секрецию АДГ и альдостерона;
- вызывает расширение сосудов;
- Снижает объем циркулирующей крови и АД.

4. Нарушения водно-электролитного обмена:

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ

ведет к ↓ объема внеклеточной
жидкости - *ГИПОВОЛЕМИИ.*



ПРИЧИНЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ

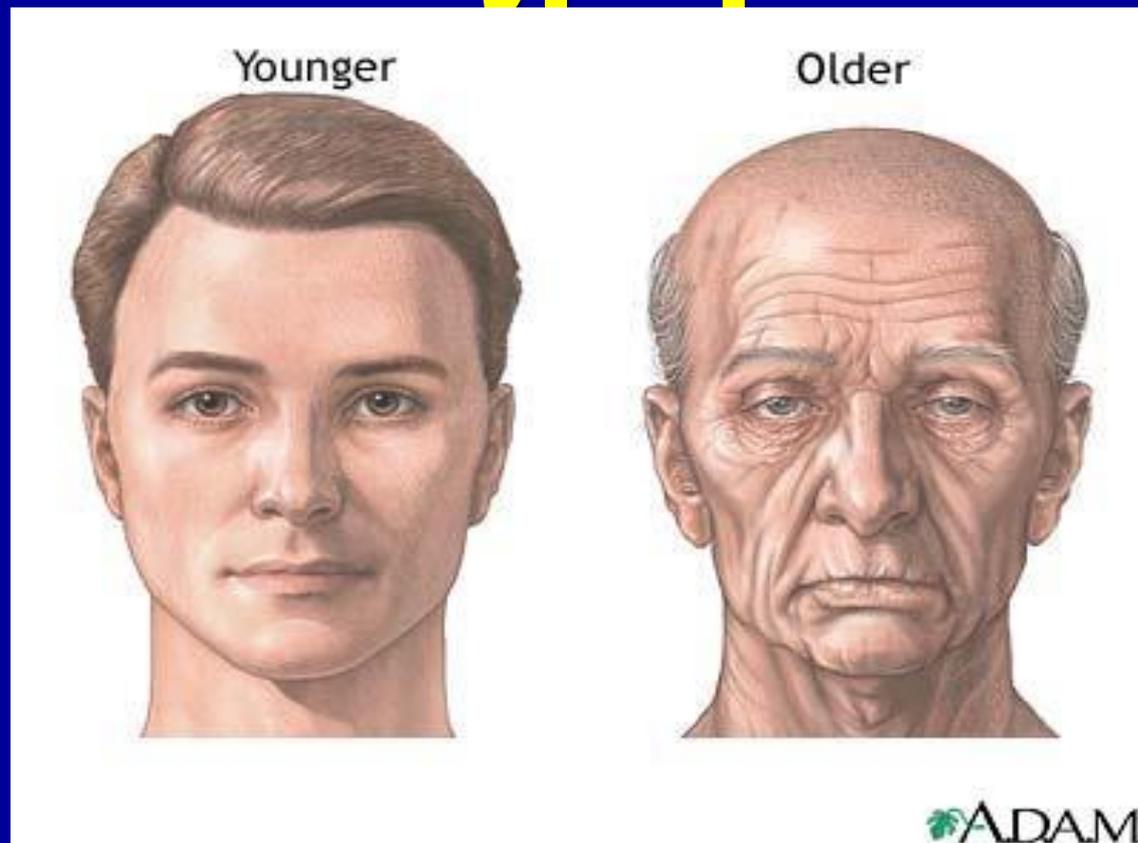
- 1. Недостаточное поступления воды.**
- 2. Аномальные потери жидкости через кожу, почки, ЖКТ (рвота, диарея и др.)**
- 3. Перемещение жидкости в третье пространство.**

ТИПЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ:

- *Изотоническое* – равномерная потеря Na^+ и H_2O .
- *Гипертоническое* – потеря воды превышает потерю Na^+ .
- *Гипотоническое* – потери Na^+ превышают потерю воды.

Клинические проявления обезвоживания:

- **сухость слизистых;**
- **снижение тургора клеток;**



•снижение артериального давления ;

•нарушение показателей водно-электролитного обмена (объем, осмоляльность).

ОТЕКИ

избыточное накопление жидкости в межклеточном пространстве, что сопровождается набуханием основного вещества соединительной ткани.

ПРИЧИНЫ ОТЕКОВ

- Снижение концентрации альбуминов в плазме крови.**
- Повышение уровня АДГ и альдостерона, вызывающее задержку воды и Na^+ .**

- **Избыток или перераспределение натрия в организме.**
- **Увеличение проницаемости капилляров.**
- **Повышение капиллярного гидростатического давления крови.**
- **Нарушение циркуляции крови (сердечная недостаточность).**



5. Минеральные компоненты тканей, классификация, представители, обмен биологическая роль.

МАКРОЭЛЕМЕНТЫ

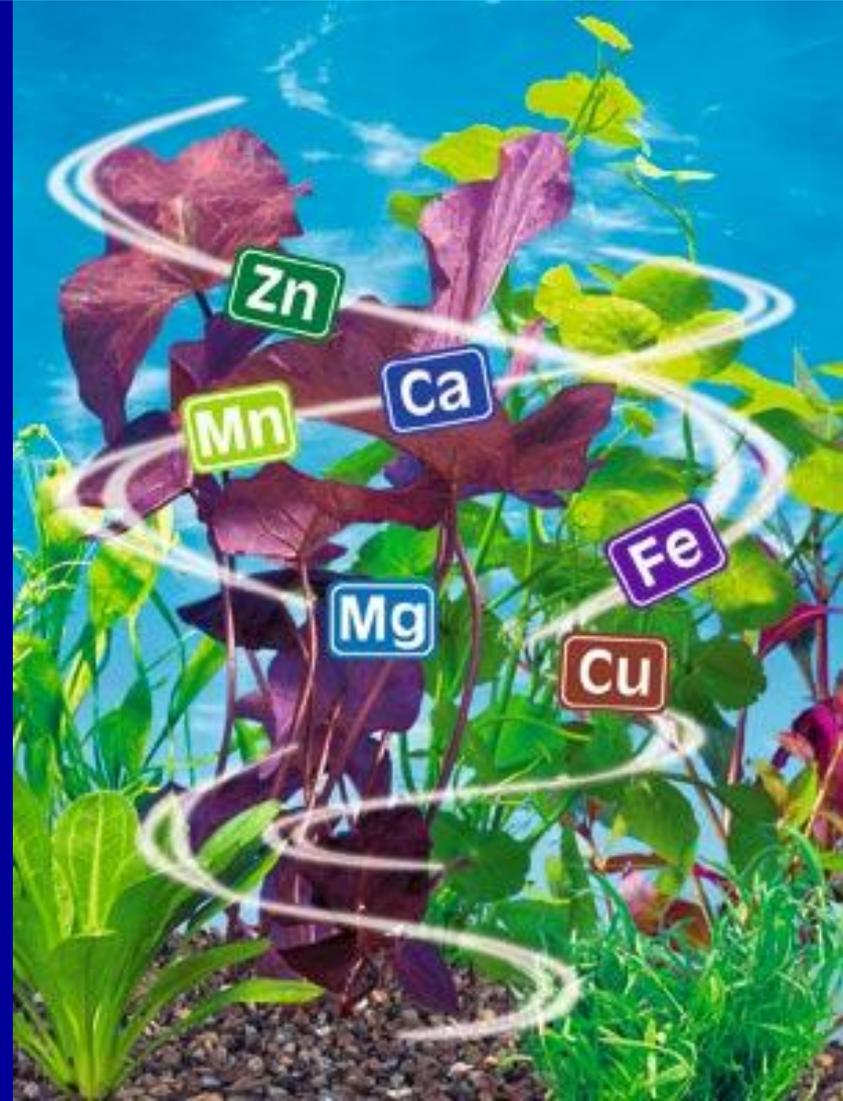
- содержание в организме более 50 мг/кг (Na, K, Ca, Cl, Mg, P, S).

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

- содержание в организме < 50 мг/кг (Zn, Mo, I, Cu, Fe, Se, Co и др.)

УЛЬТРАМИКРОЭЛ-НТЫ

- (Ag, Au, Hg и др. тяжелые Me)



Биологическая роль минеральных компонентов

- Структурная – участие в формировании пространственных структур биополимеров.
- Биоэлектрическая – генерация мембранного потенциала.
- Кофакторная – участие в образовании активных центров ферментов.
- Осмотическая – участие в поддержании осмоляльности и объема жидкости.
- Транспортная – участие в переносе кислорода, электронов.

БИОРОЛЬ

Na

- **поддержание водного баланса;**
- **поддержание осмотического давления, осмоляльности, объема внеклеточной жидкости;**
- **регуляция КОР;**
- **поддержание нервно-мышечной возбудимости;**
- **проведение нервного импульса;**
- **вторичный активный транспорт веществ через мембраны.**

ОБМЕН

100 г, основной внеклеточный ион.

С пищей – 4-5 г/сут.

**Выведение – с мочой, потом,
калом.**

РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА

на уровне почек.

**Выведение ↓ альдостерон, ангио-
тензин-II; ↑ ПНФ.**

БИОРОЛЬ

К

- **поддержание осмотического давления;**
- **участие в регуляции КОР;**
- **поддержание нервно-мышечной возбудимости;**
- **проведение нервного импульса;**
- **участие в сокращении мышц;**
- **активация ферментов.**

ОБМЕН

**140 г, основной
внутриклеточный катион.**

С пищей – 3-4 г/сут.

**Выведение – с мочой, калом,
потом.**

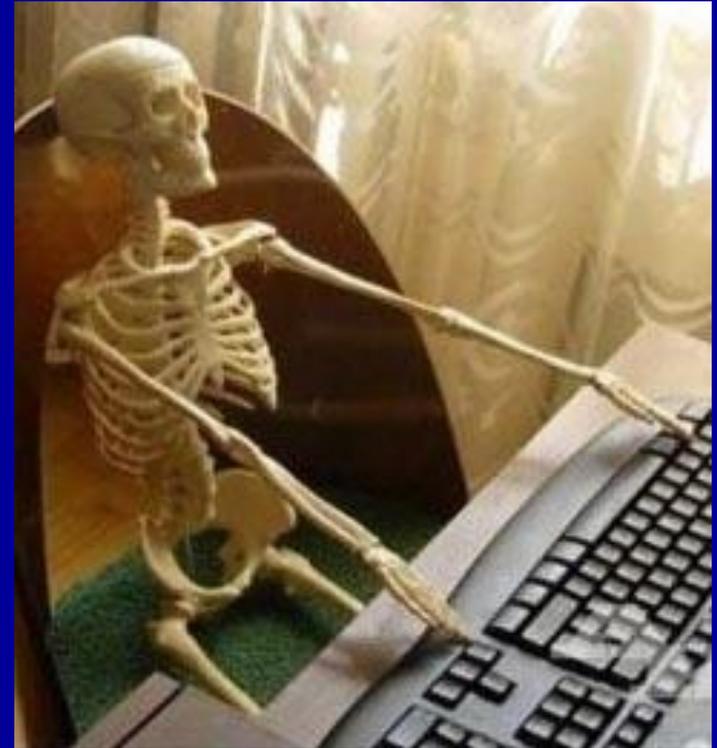
РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА

**альдостерон увеличивает
выведение калия с мочой.**

БИОРОЛЬ

Ca

- компонент костной ткани;
- участие в мышечном сокращении;
- проведение нервного импульса;
- участие в свертывании крови;
- внутриклеточный посредник гормонов;
- активация ферментов.



ОБМЕН

1 кг: в костях – около 1 кг, в мягких тканях (внеклеточно) – 14 г. **С пищей – 1 г/сут.**

В плазме:

1. Недиффундируемый, связанный с альбумином, биологически неактивный – 40%.

2. Диффундируемый, состоящий из 2-х фракций:

– ионизированный (свободн.) – 50%.

Физиологически активный.

– комплексный, связанный с

фосфатом, цитратом, карбонатом – 10%.

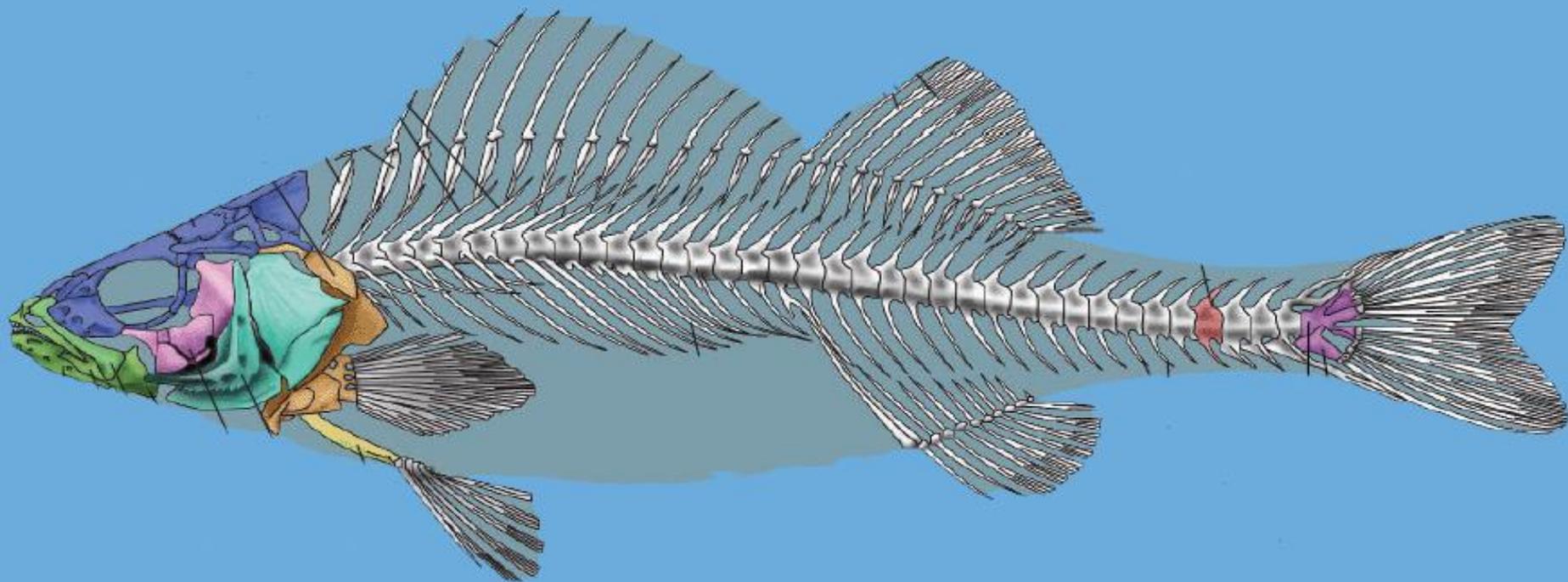
**Выведение: с калом, мочой,
потом.**

РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА

- 1. Паратгормон.**
- 2. Витамин D₃.**
- 3. Кальцитонин.**

БИОРОЛЬ

P



БИОРОЛЬ

P

- **составной компонент костной ткани;**
- **участие в синтезе макроэргов;**
- **входит в состав ДНК, РНК, коферментов, фосфолипидов;**
- **активирование субстратов;**
- **регуляция метаболизма (фосфорилирование - дефосфорилирование белков, ферментов);**
- **регуляция КОР.**

ОБМЕН

650 г, в костной ткани – 85%, в мягких тканях – 14%, во внеклет. жидкости – 1%.

С пищей – 2 г/сут.

Выведение: с мочой, калом.

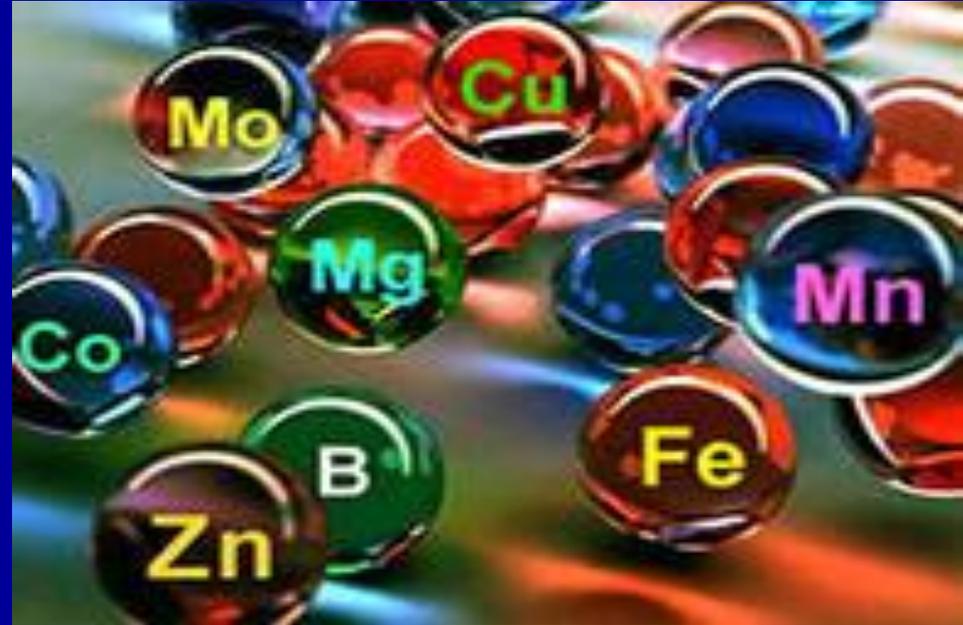
РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА

Паратгормон, кальцитонин.

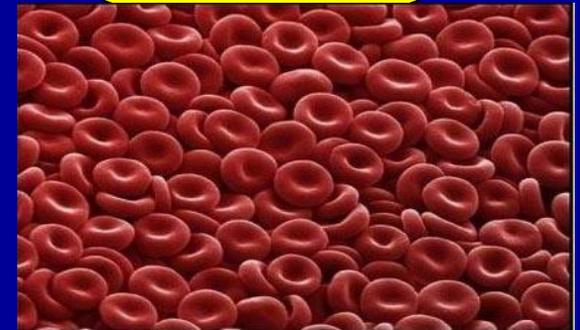
6. Эссенциальные микроэлементы, биологическая роль

3-5 г

- транспорт O_2 ;
- связывание и депонирование O_2
- транспорт электронов в ЦТД;
- в окисл.-восст. реакциях; реакциях гидроксилирования; обезвреживании H_2O_2 .



Fe



40-80 мг

Cu

- перенос e^- на O_2 (цитохромоксидаза);
- инактивация биогенных аминов, супероксиданиона;
- синтез эластина, коллагена и меланина;
- участие в иммунных процессах.

2-3 г

Zn

- **кофактор более 300 ферментов (ЛДГ, ЩФ);**
- **является составной частью ДНК-связывающих белков;**
- **необходим для синтеза ДНК, экспрессии генов, роста организма;**
- **служит стабилизатором мембран.**

I

- синтез гормонов щитовидной железы

Se

- мощный антиоксидант (глутатионпероксидаза);
- антиканцероген;
- участие в синтезе T_3 .

1-2 мг

Co

- **структурный компонент вит. B₁₂.**

10-15 мг

Mn

- **активирование ферментов ГНГ;**
- **активирование аргиназы, изоцитратДГ;**
- **синтез гликопротеинов и протеогликанов.**

8 стаканов воды в день...



- Ускорят обмен веществ (холодная вода)
- Повысят тонус (горячая вода)
- Улучшат общее состояние здоровья
- Снижат риск раковых заболеваний
- Выведут токсины из организма
- Помогут в снижении веса
- Улучшат состояние кожи
- Улучшат пищеварение
- Снижат усталость

И это всё за 0 калорий!



Вода – это жизнь!
Берегите воду!



***Спасибо за внимание и
пейте чистую воду!***