

**«Вода! Ты - сама жизнь.**

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

**(А. де Сент-Экзюпери).**



**ТЕМА ЛЕКЦИИ:**

**Водно-солевой обмен**

**K<sup>+</sup>**

**H<sub>2</sub>O**

**Na<sup>+</sup>**

**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. |                    |
| $\text{Na}^+$                  | 140             | 140             | 10                 |
| $\text{K}^+$                   | 4               | 4               | 150                |
| $\text{Ca}^{2+}$               | 5               | 2,5             | 0                  |
| $\text{Cl}^-$                  | 105             | 115             | 2                  |
| $\text{PO}_4^{3-}$             | 2               | 2               | 35                 |
| $\text{HCO}_3^-$               | 27              | 30              | 10                 |

# Характеристика жидкостей организма

- **ОБЪЕМ** – зависит от количества воды и содержания в ней электролитов.
- **ОСМОЛЯЛЬНОСТЬ** – мера концентрации веществ 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.**

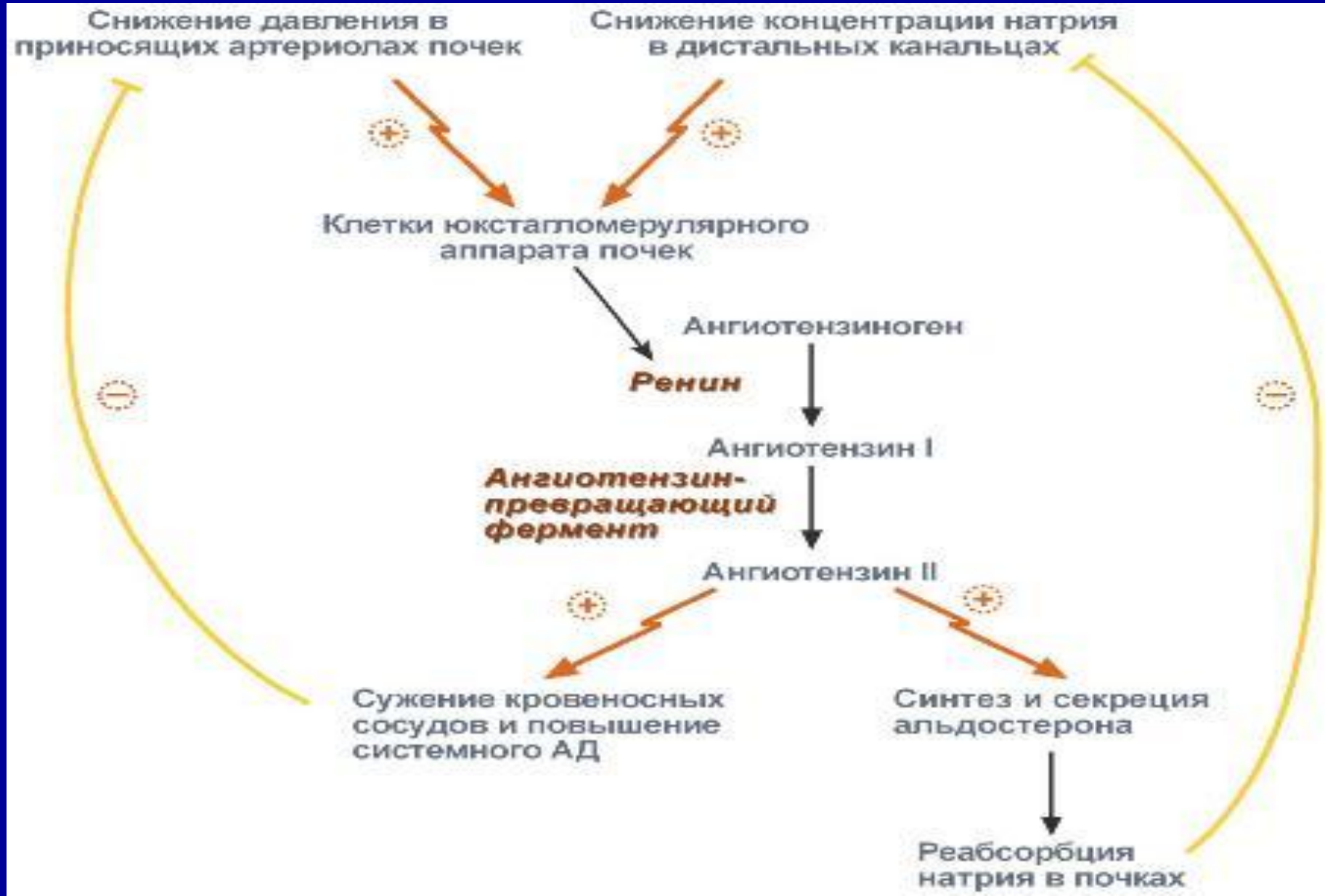
- 1. Ренин-ангиотензиновая система – стимулирует синтез альдостерона.**
- 2. Альдостерон – гормон коры надпочечников, способствует реабсорбции натрия.**
- 3. АДГ (антидиуретический гормон) – гормон задней доли гипофиза, активирует реабсорбцию воды почками.**
- 4. Предсердный натриуретический гормон –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

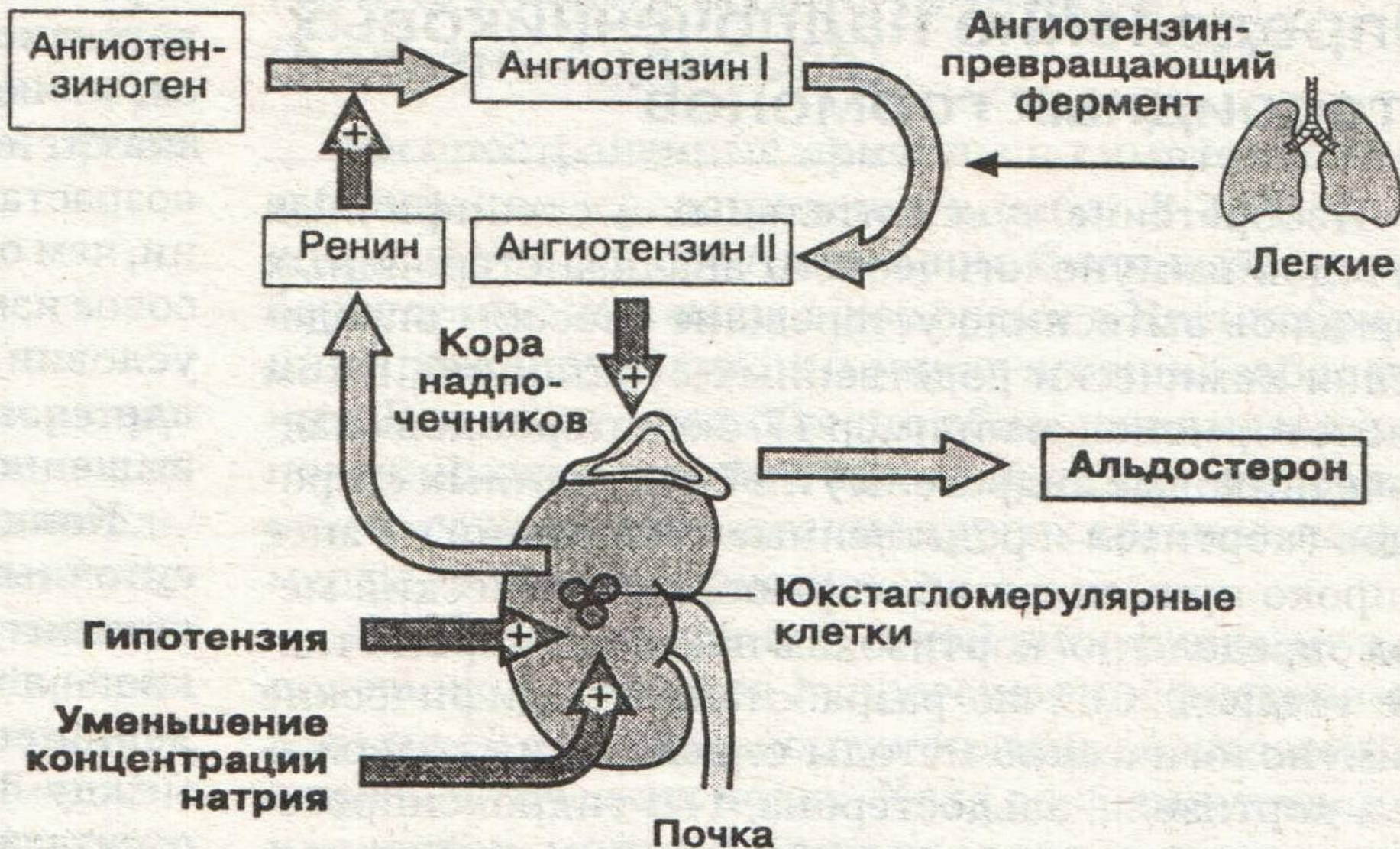
**→ возбуждение осморорецепторов гипоталамуса → синтез вазопрессина в гипоталамусе и аксональный транспорт его в нейрогипофиз → выделение вазопрессина из гипофиза → задержка воды с участием гиалуронидазы почек → увеличение объема крови → увеличение кровяного и перфузионного давления крови → прекращение 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<sup>+</sup>

↑ секреция АДГ



↓ скорость фильтрации



↑ жажда

**Ангиотензин II**

Надпочечники

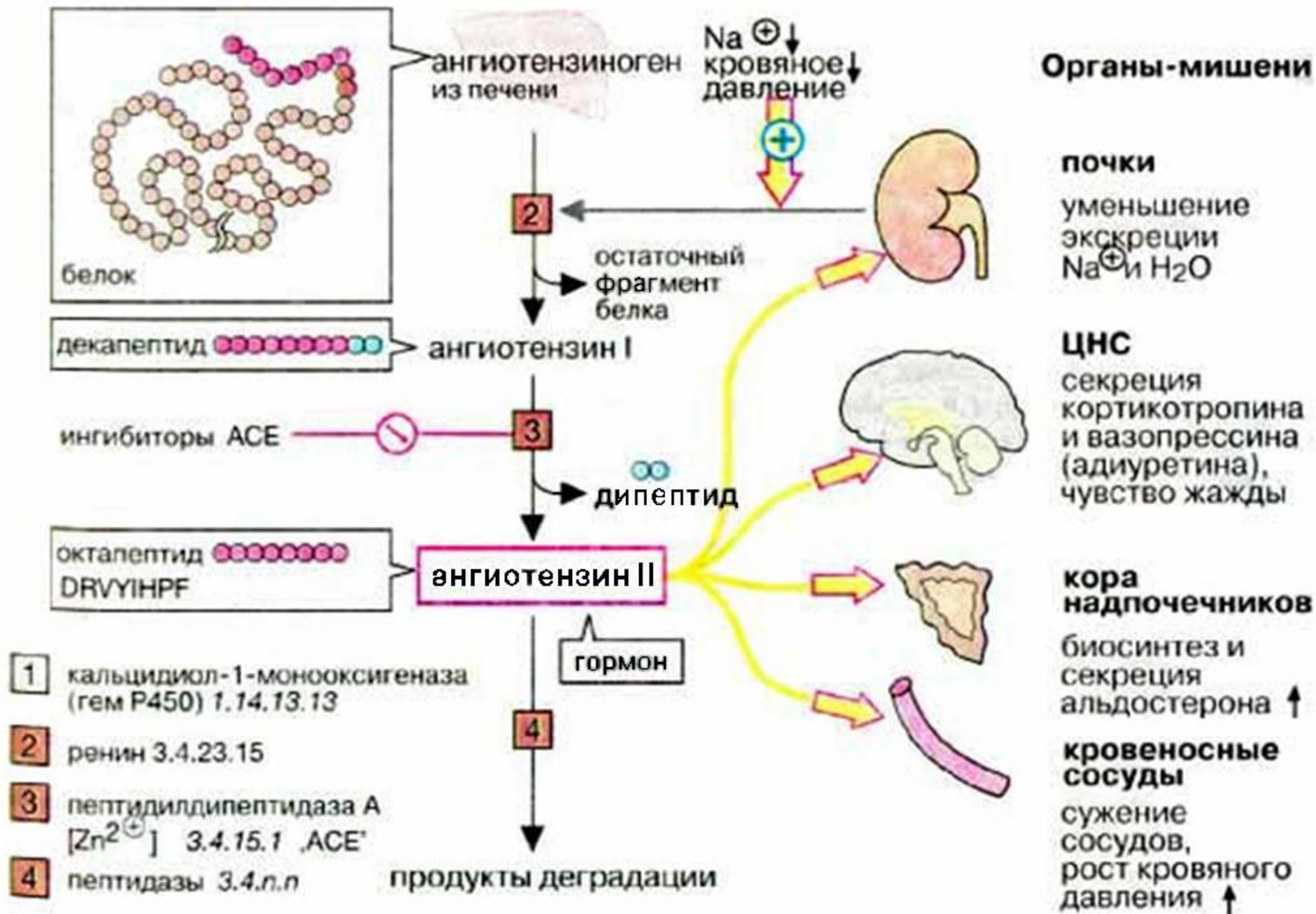
Сосудист.сист



↑ секреция  
альдостерона



↑ сужение сосудов  
арт. давление



- 1 кальцидиол-1-монооксигеназа (гем P450) 1.14.13.13
- 2 ренин 3.4.23.15
- 3 пептидилдипептидаза А  $[\text{Zn}^{2+}]$  3.4.15.1 ACE
- 4 пептидазы 3.4.n.n

**Органы-мишени**

**почки**  
уменьшение экскреции  $\text{Na}^+$  и  $\text{H}_2\text{O}$

**ЦНС**  
секреция кортикотропина и вазопрессина (адиуретина), чувство жажды

**кора надпочечников**  
биосинтез и секреция альдостерона ↑

**кровеносные сосуды**  
сужение сосудов, рост кровяного давления ↑

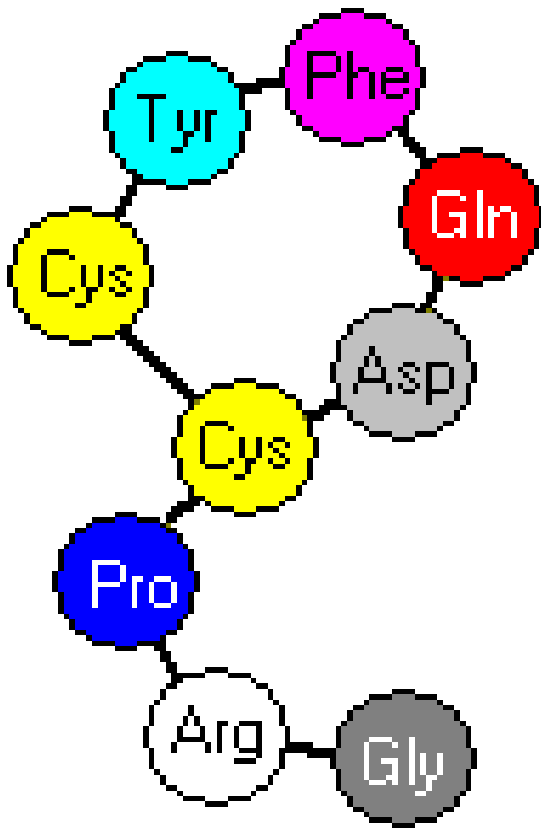
**Б. Система ренин-ангиотензин**

## **АЛЬДОСТЕРОН**

↑ реабсорбцию  $\text{Na}^+$  и ↓ реабсорбцию  $\text{K}^+$ .

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:

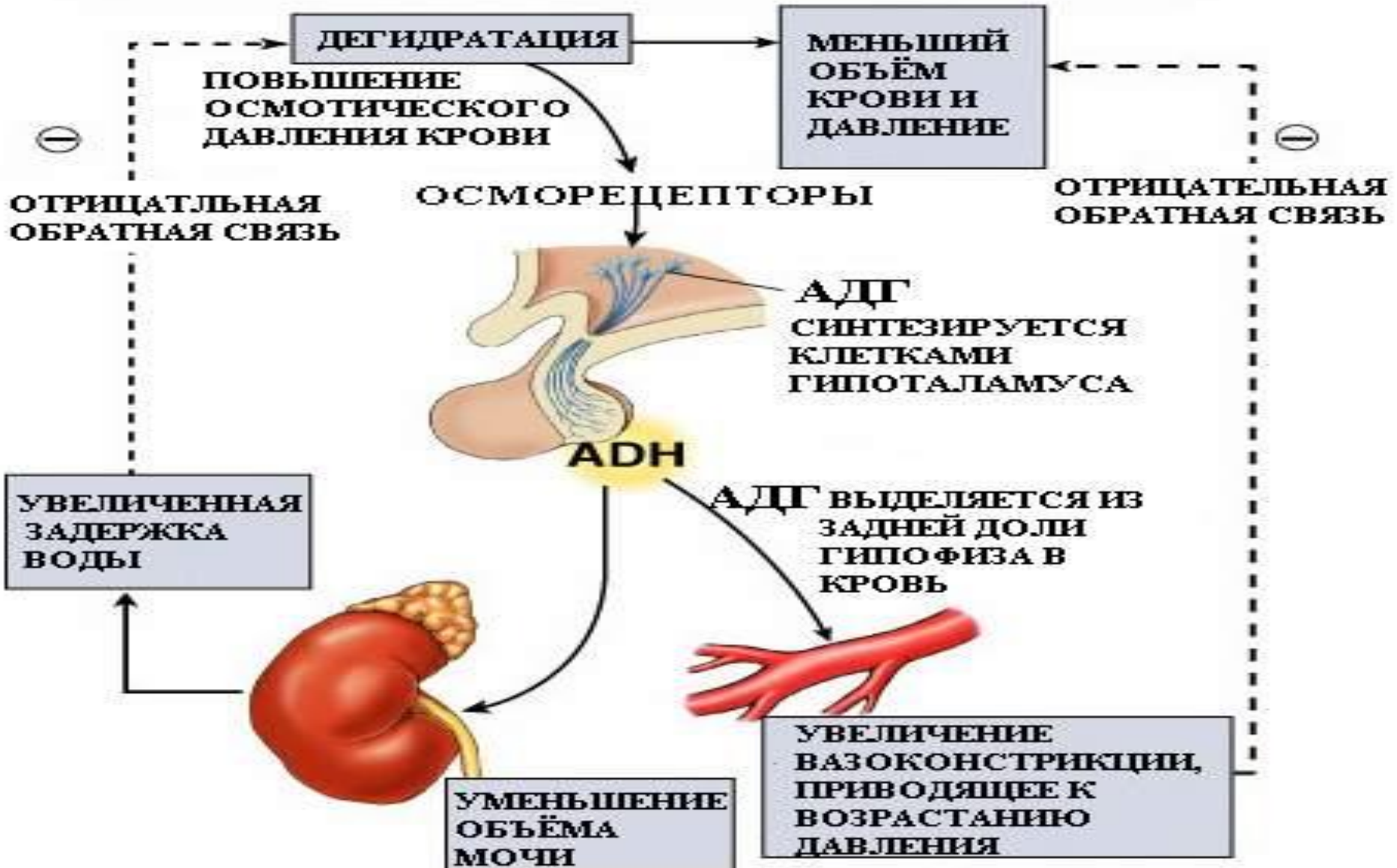
- 1) снижении кровенаполнения предсердий (раздражение барорецепторов);
- 2) повышении осмоляльности плазмы (раздражение осморецепторов гипоталамуса).

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  $\text{Na}^+$  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**

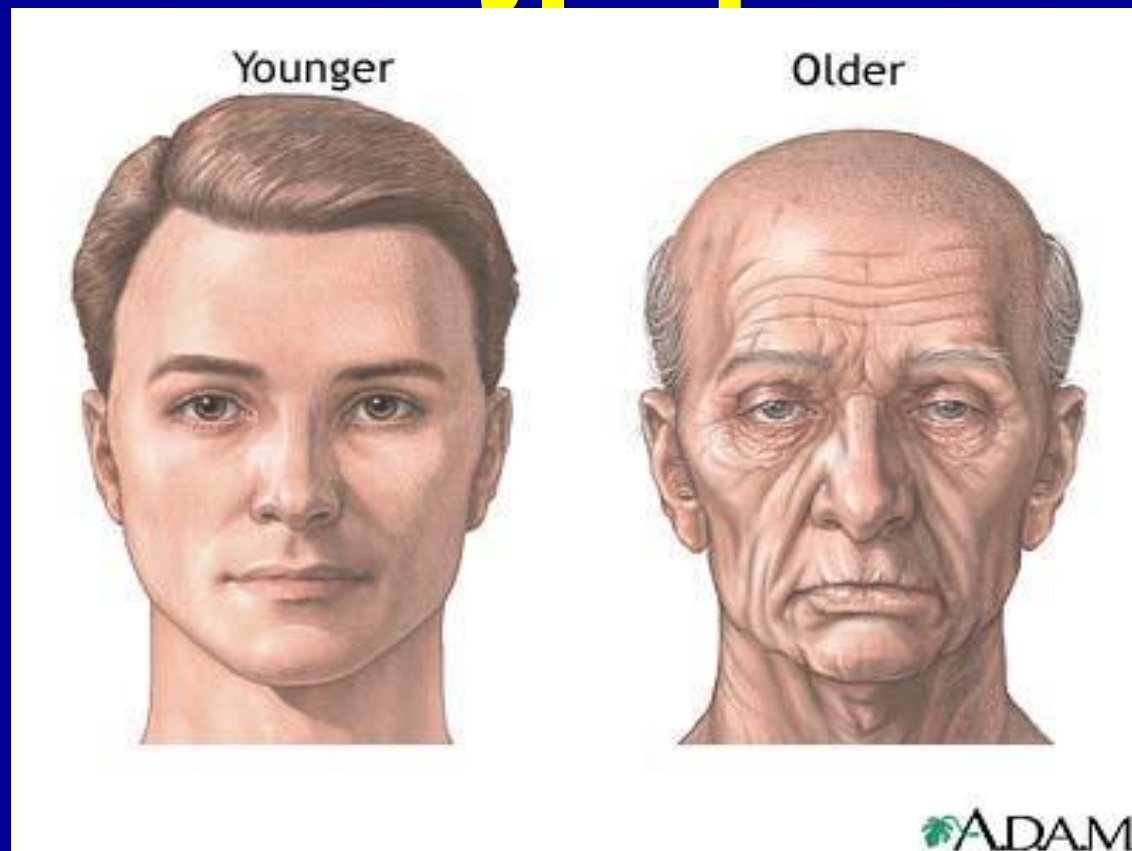
- 1. Недостаточное поступления воды.**
- 2. Аномальные потери жидкости через кожу, почки, ЖКТ (рвота, диарея и др.)**
- 3. Перемещение жидкости в третье пространство.**

## ТИПЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ:

- *Изотоническое* – равномерная потеря  $\text{Na}^+$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .
- *Гипертоническое* – потеря воды превышает потерю  $\text{Na}^+$ .
- *Гипотоническое* – потери  $\text{Na}^+$  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  $\text{Na}^+$ .**

- **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

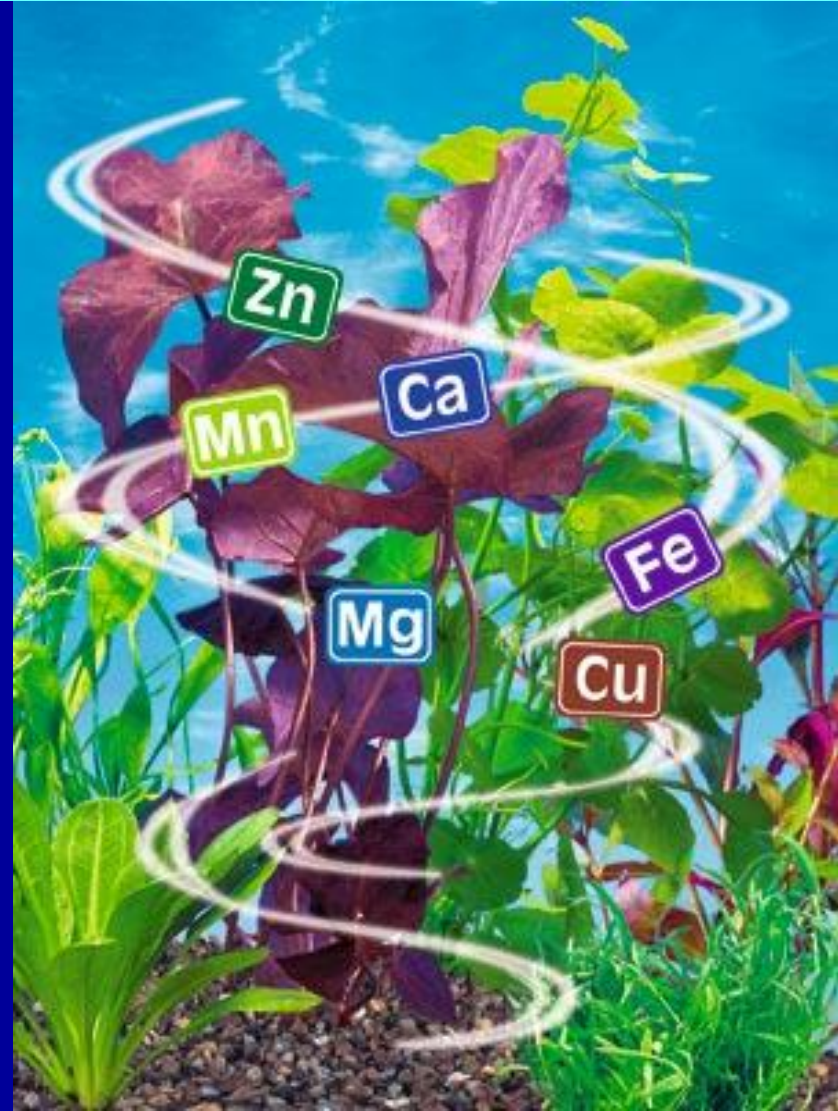
- содержание в организме более 50 мг/кг (Na, K, Ca, Cl, Mg, P, S).

## 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%.**



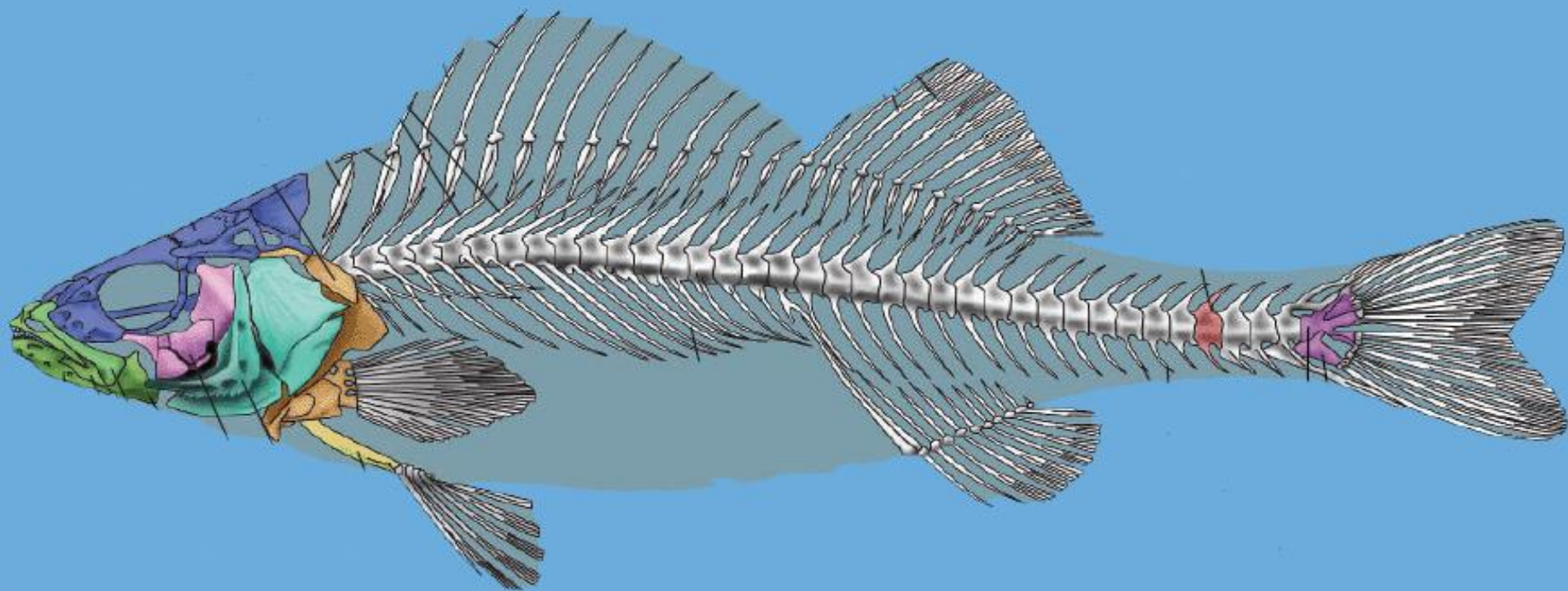
**Выведение: с калом, мочой,  
потом.**

## ***РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА***

- 1. Паратгормон.**
- 2. Витамин D<sub>3</sub>.**
- 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.**

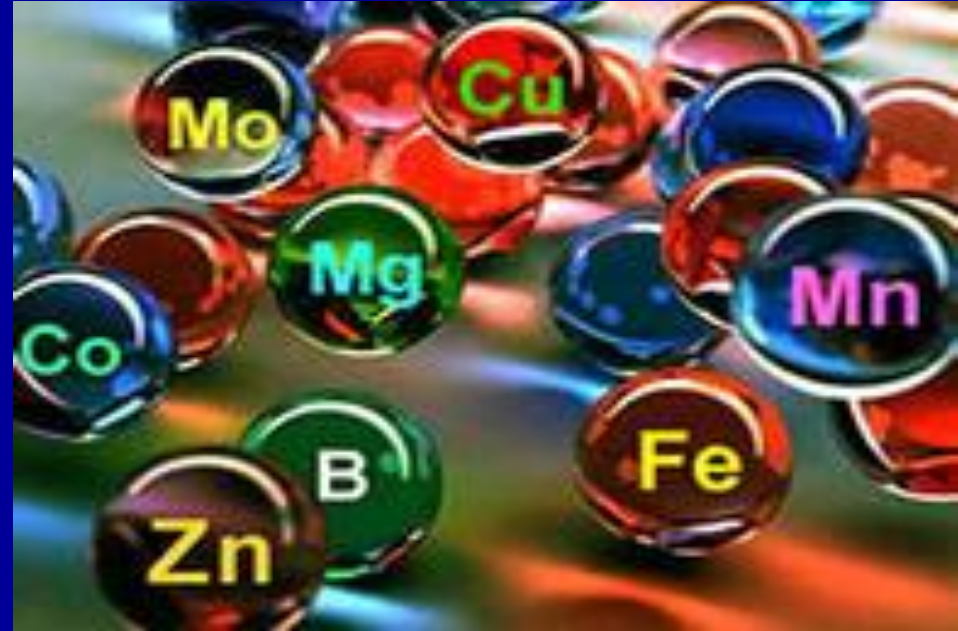
## **РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА**

**Паратгормон, кальцитонин.**

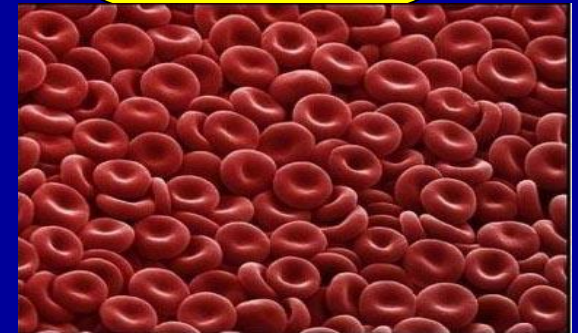
## 6. Эссенциальные микроэлементы, биологическая роль

3-5 г

- транспорт  $O_2$ ;
- связывание и депонирование  $O_2$
- транспорт электронов в ЦТД;
- в окисл.-восст. реакциях; реакциях гидроксिलирования; 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. B<sub>12</sub>.**

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!***