

# Na<sup>+</sup> :

обеспечивает **постоянство осмотического давления** только во **внеклеточной жидкости**

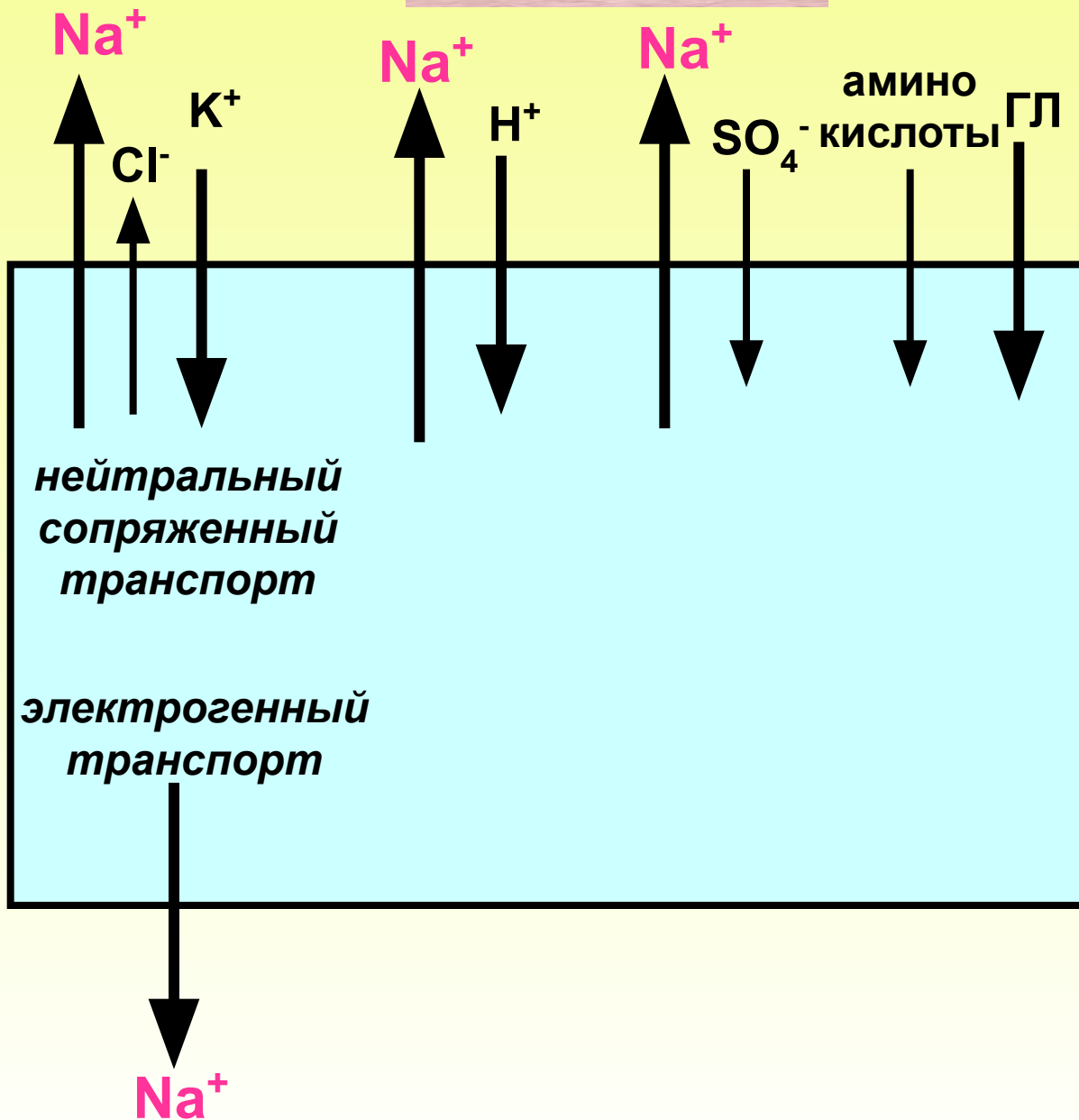
обмен Na<sup>+</sup> тесно **связан** с **водным обменом** и косвенно - с **азотистым** и **углеводным**

Na<sup>+</sup> **участвует** в химической **регуляции обмена кислот и оснований** и входит в **бикарбонатную** и **фосфатную** буферные системы

$$\text{Нервно-мышечная возбудимость} = \sum \frac{\uparrow K + Na + HCO_3 + P}{\downarrow Ca + Mg + H}$$



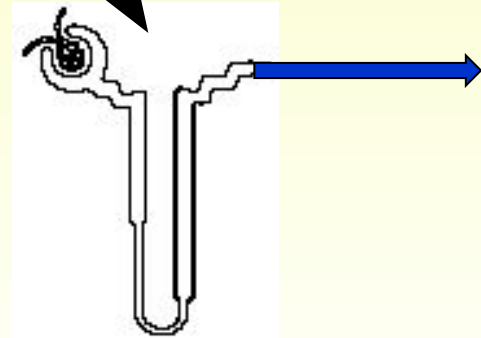
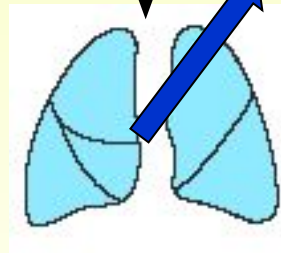
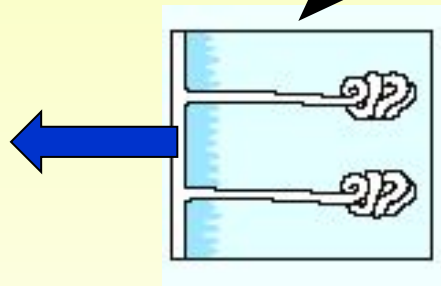
135-145 ммоль/л.

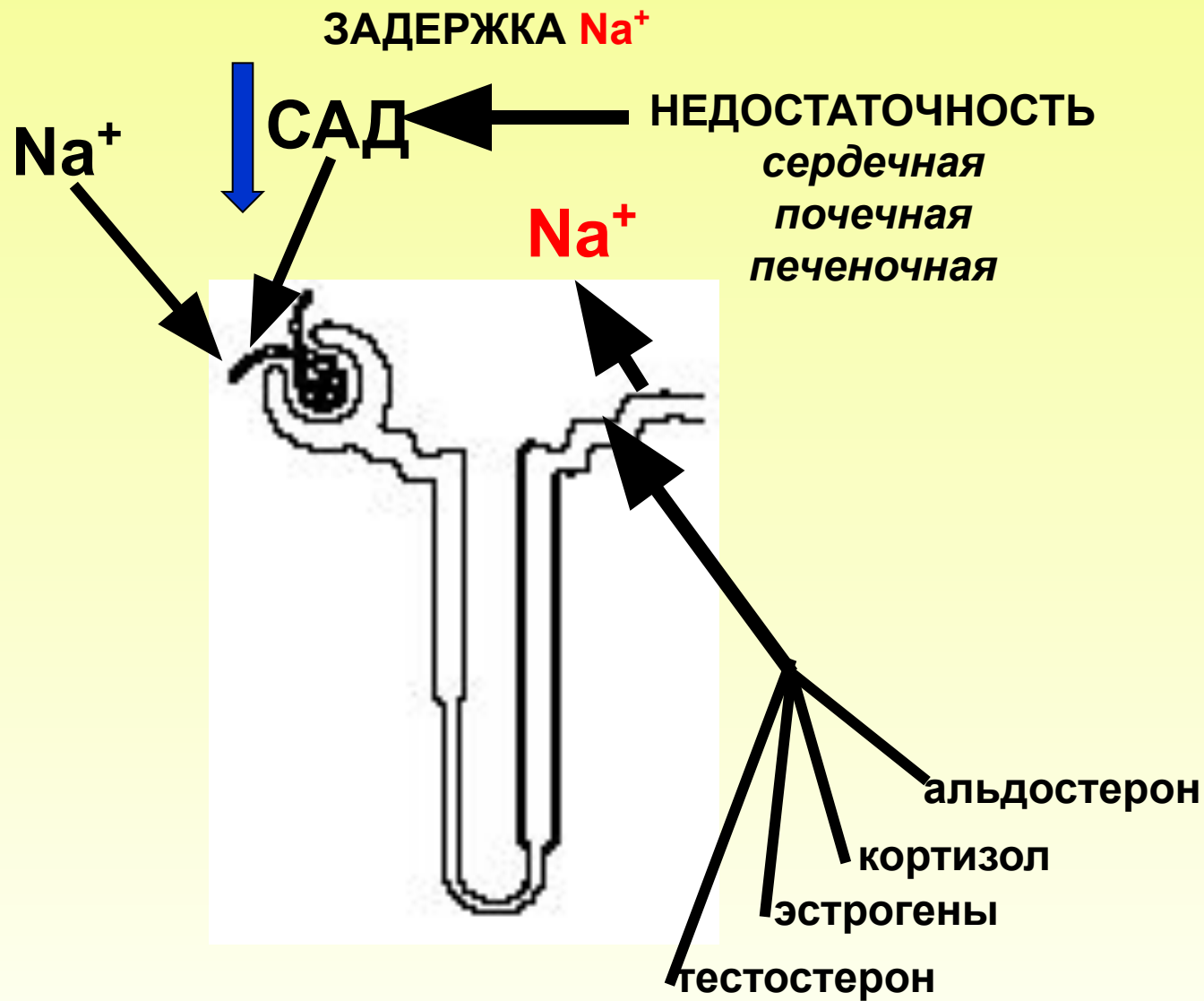


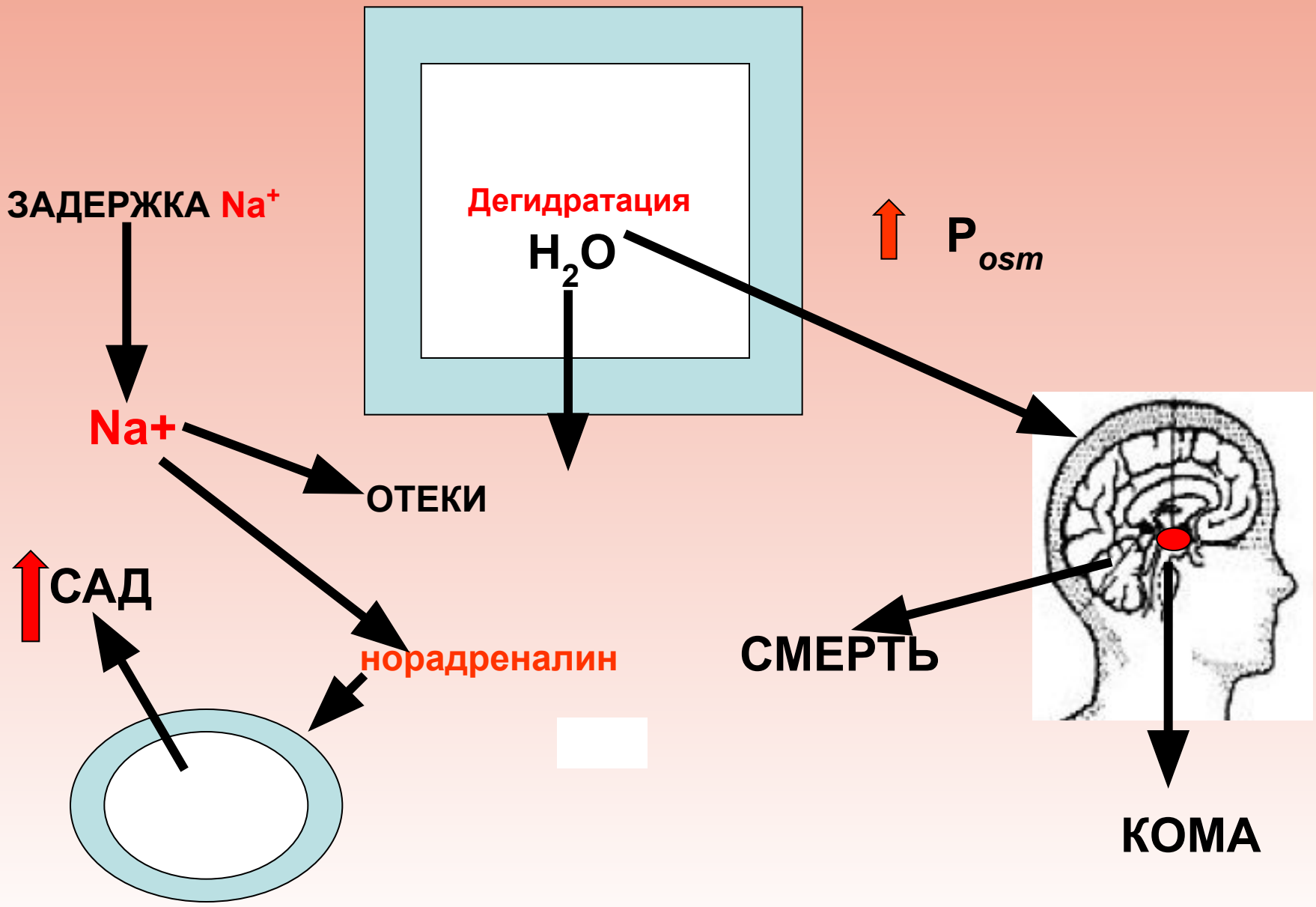
# ГИПЕРНАТРИЙЕМИЯ

*> 145 ммоль/л*

ПОТЕРЯ ВОДЫ



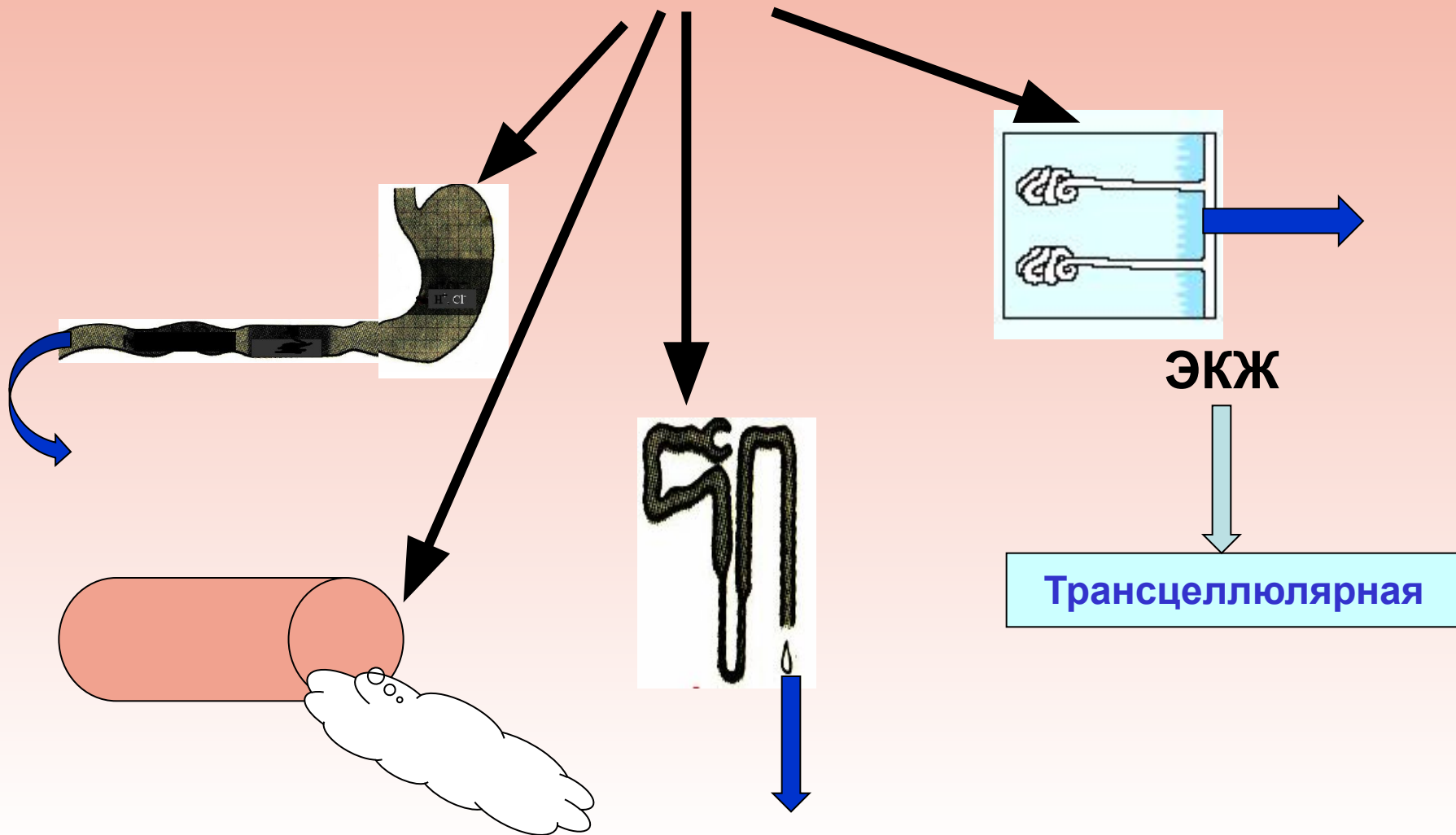




# ГИПОНАТРИЕМИЯ

**< 130 ммоль/л**

ПОТЕРИ  $\text{Na}^+$



Гиперкалийемия

Гипокалийемия

Гипергидратация

$K^+$

$K^+$

$P_{osm}$

$H_2O$

ЭКЖ

ОЦК

САД

КОМА

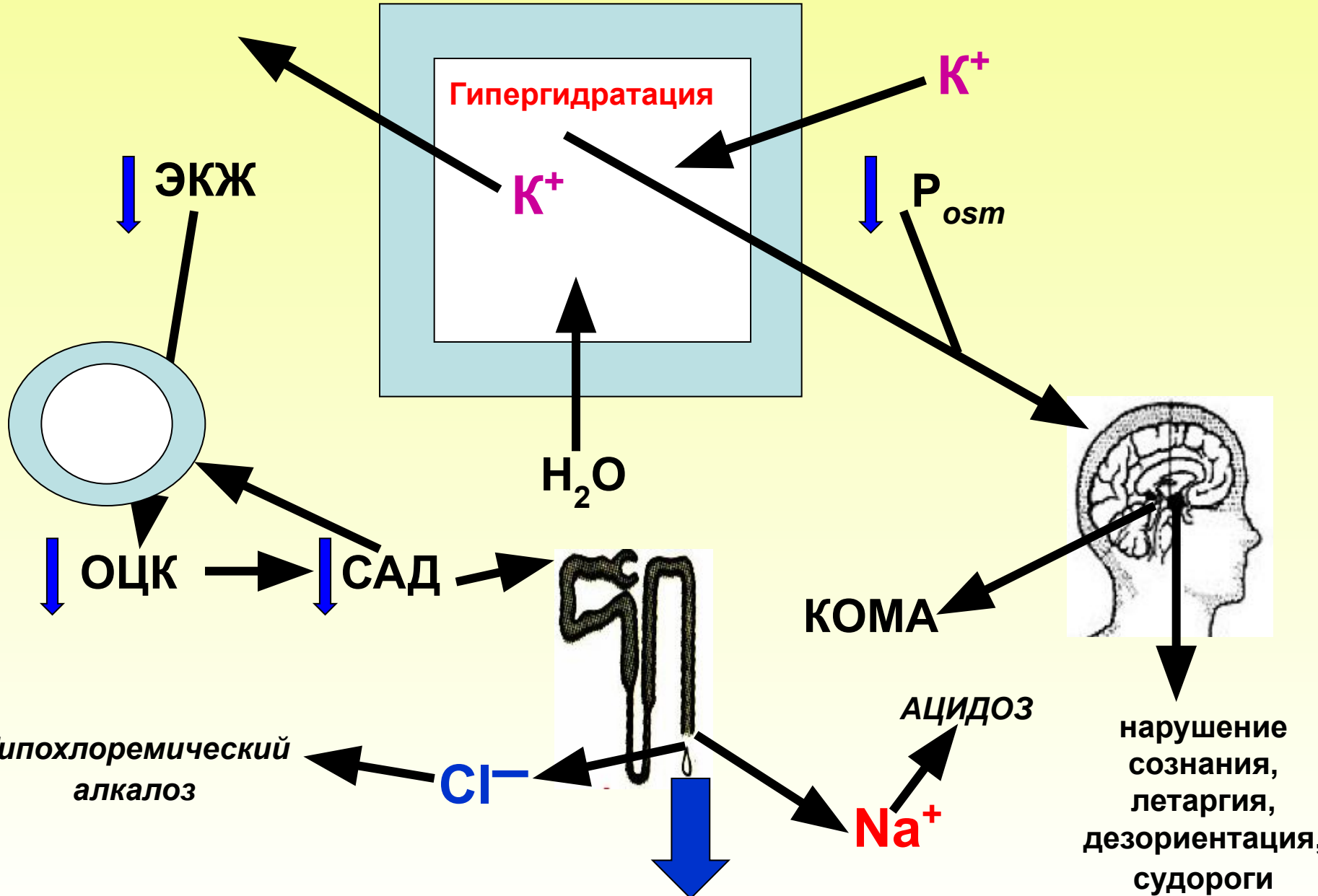
АЦИДОЗ

нарушение сознания, летаргия, дезориентация, судороги

Гипохлоремический алкалоз

$Cl^-$

$Na^+$



# $K^+$ :

3,5-5,5 ммоль/л.

рост и дифференцировка клеток

важный кофактор многих метаболических процессов (синтез макроэргических соединений)

регуляция активности различных ферментов

$K^+$  - определяет внутриклеточную осмоляльность; определяет объем клетки и осмотических жидких сред организма

внеклеточный  $K^+$  влияет на нервно-мышечную передачу, определяют МП возбудимых тканей

$$\text{Нервно-мышечная возбудимость} = \sum \frac{\uparrow K + Na + HCO_3 + P}{\downarrow Ca + Mg + H}$$




**Алкалоз**

**инсулин**

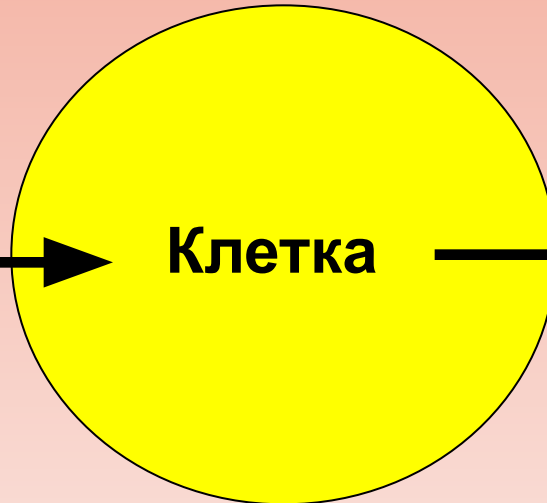
$\beta_2$ -а/д  
к/а

**альдостеро**

**и**

**дофамин**

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



**Клетка**



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

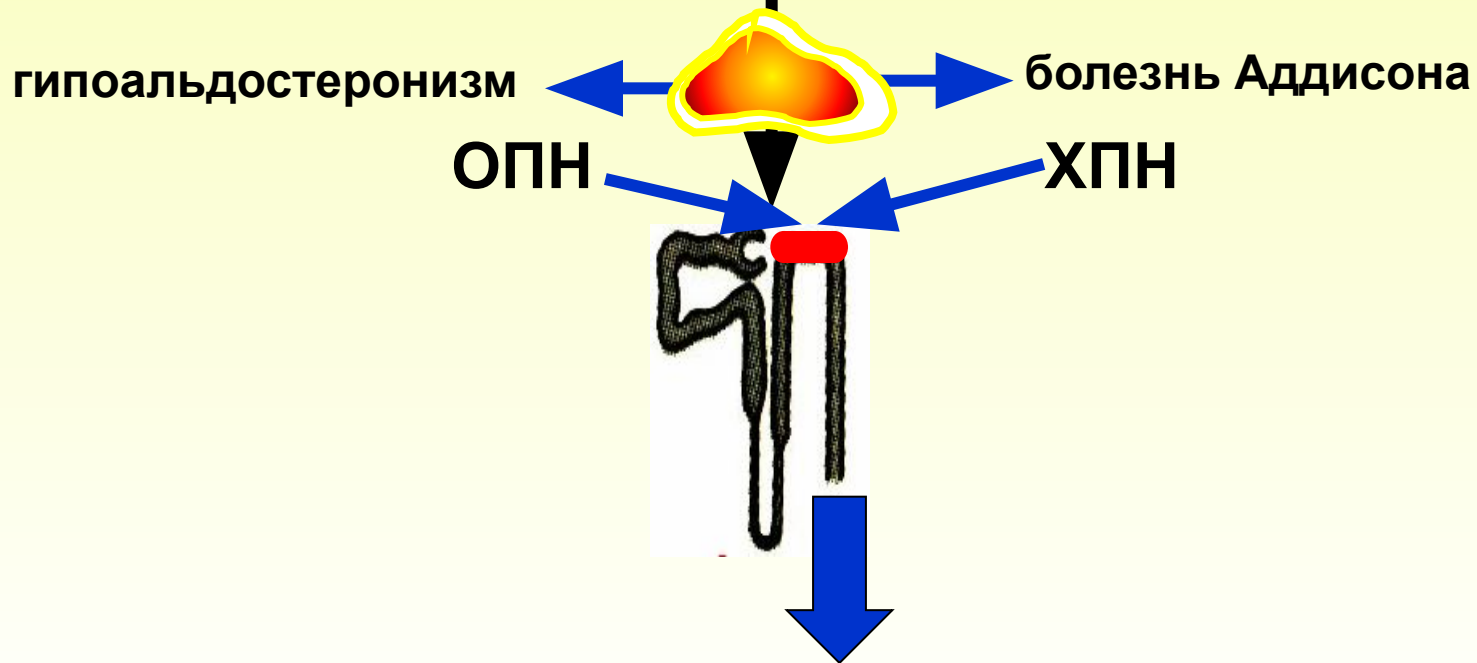
**Ацидоз**

$\alpha$ -а/д  
к/а

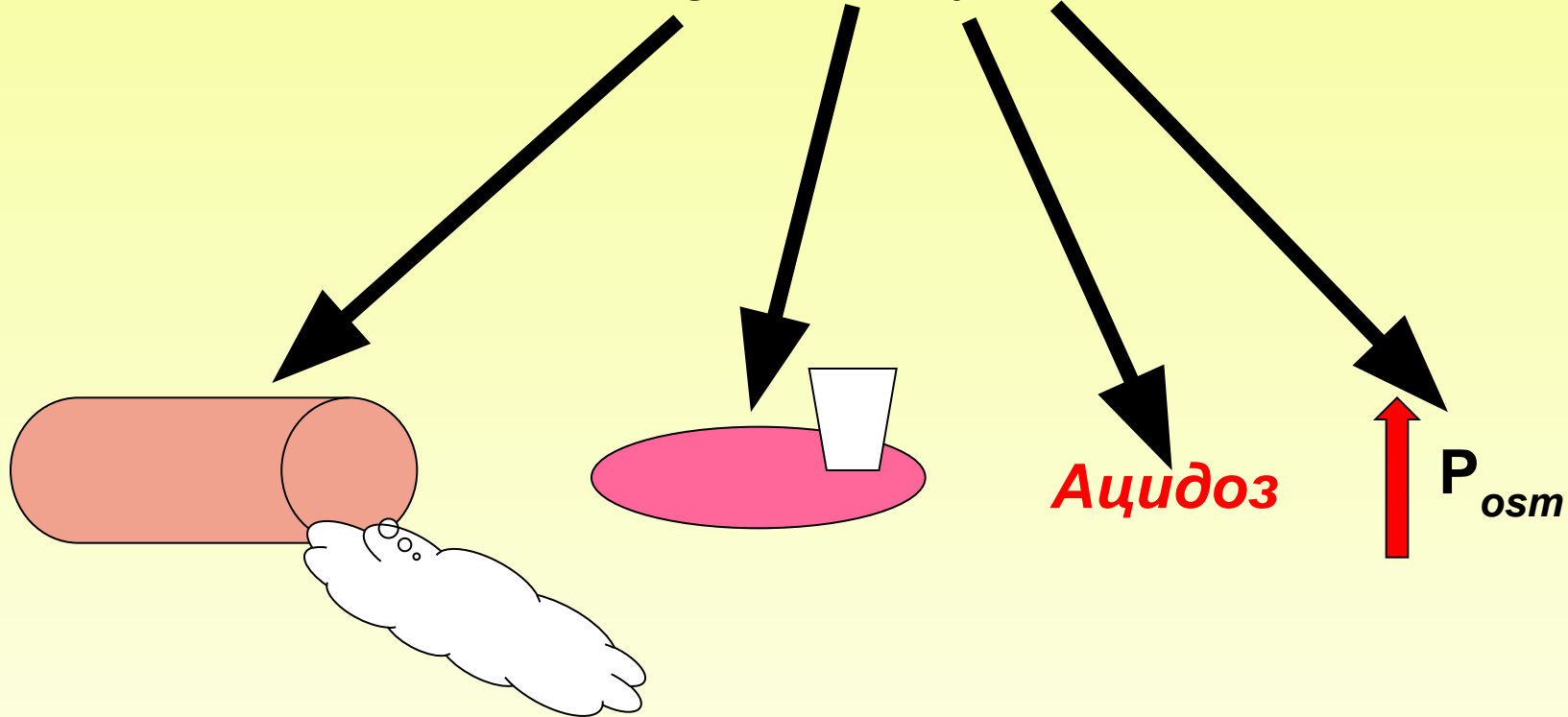
# ГИПЕРКАЛИЙЕМИЯ

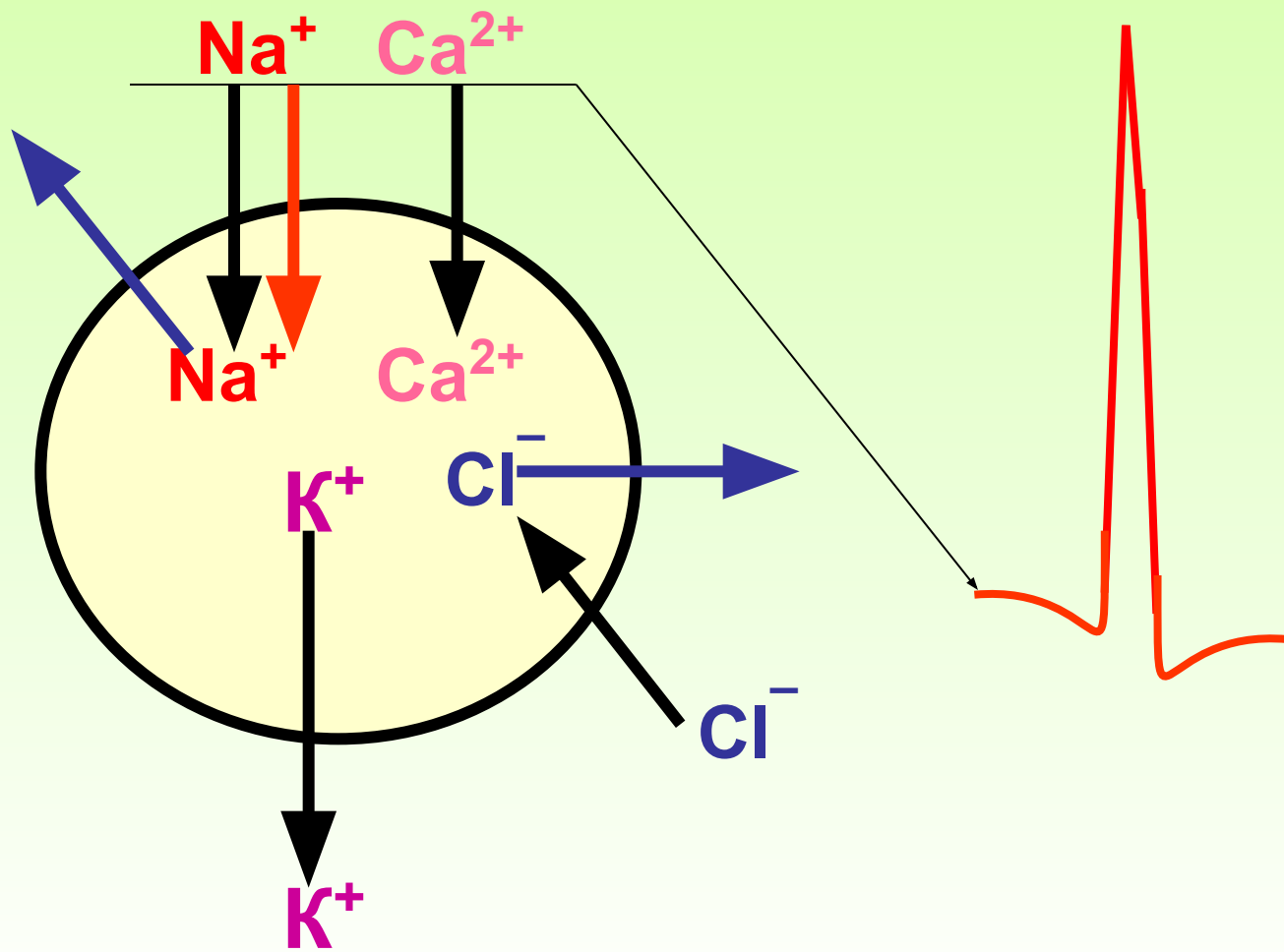
**> 5,5 ммоль/л**

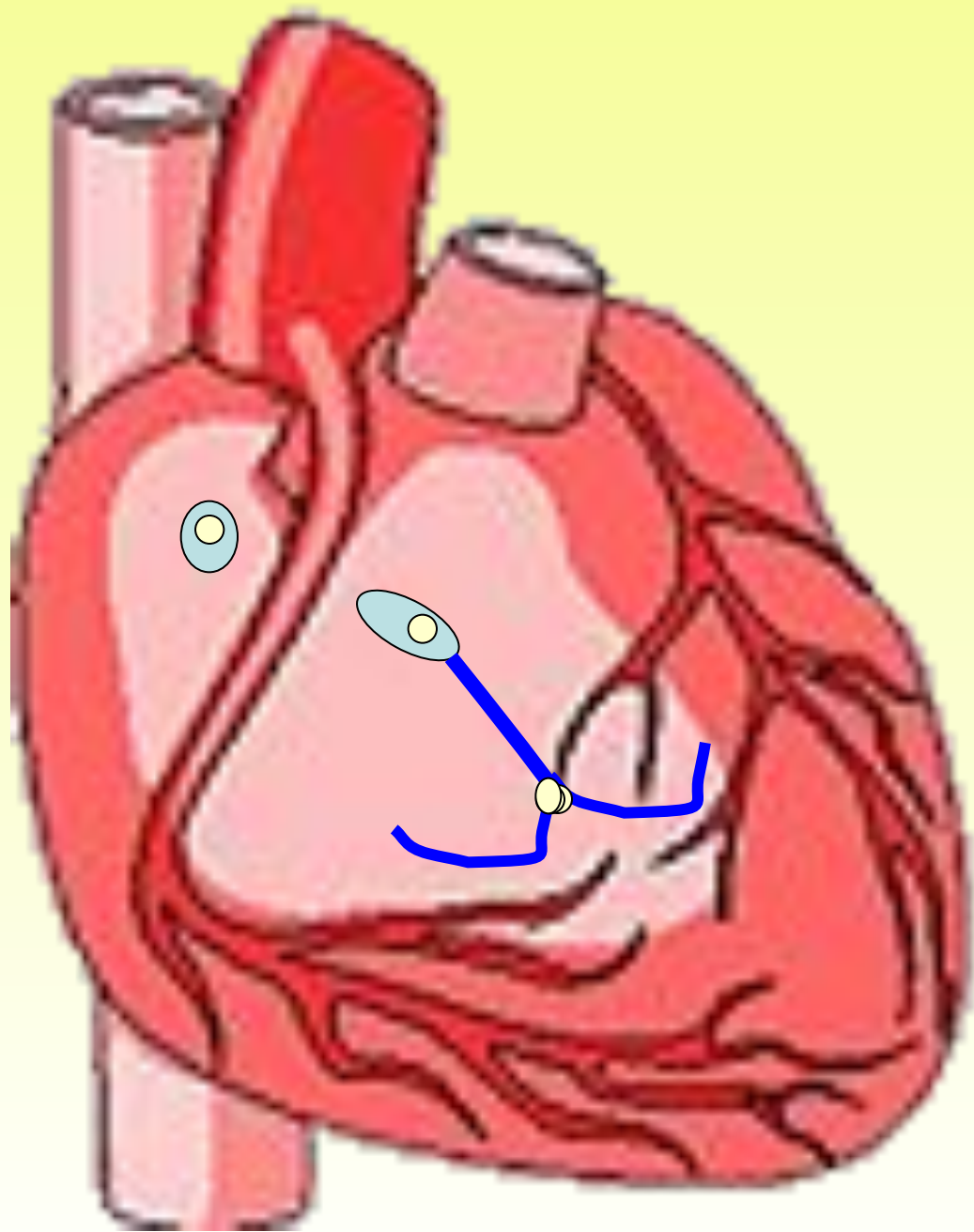
НЕАДЕКВАТНАЯ ЭКСКРЕЦИЯ  $K^+$

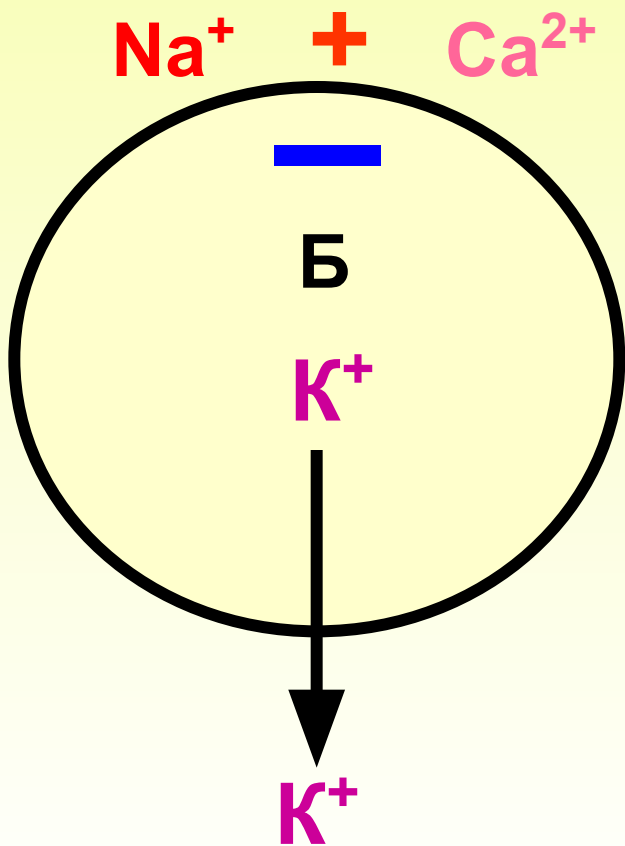


ПОТЕРЯ  $K^+$  тканями

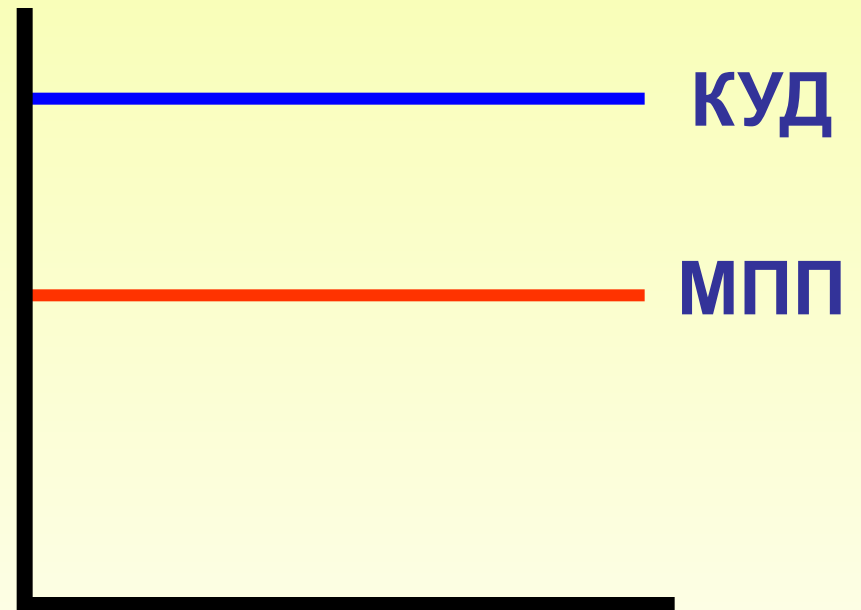


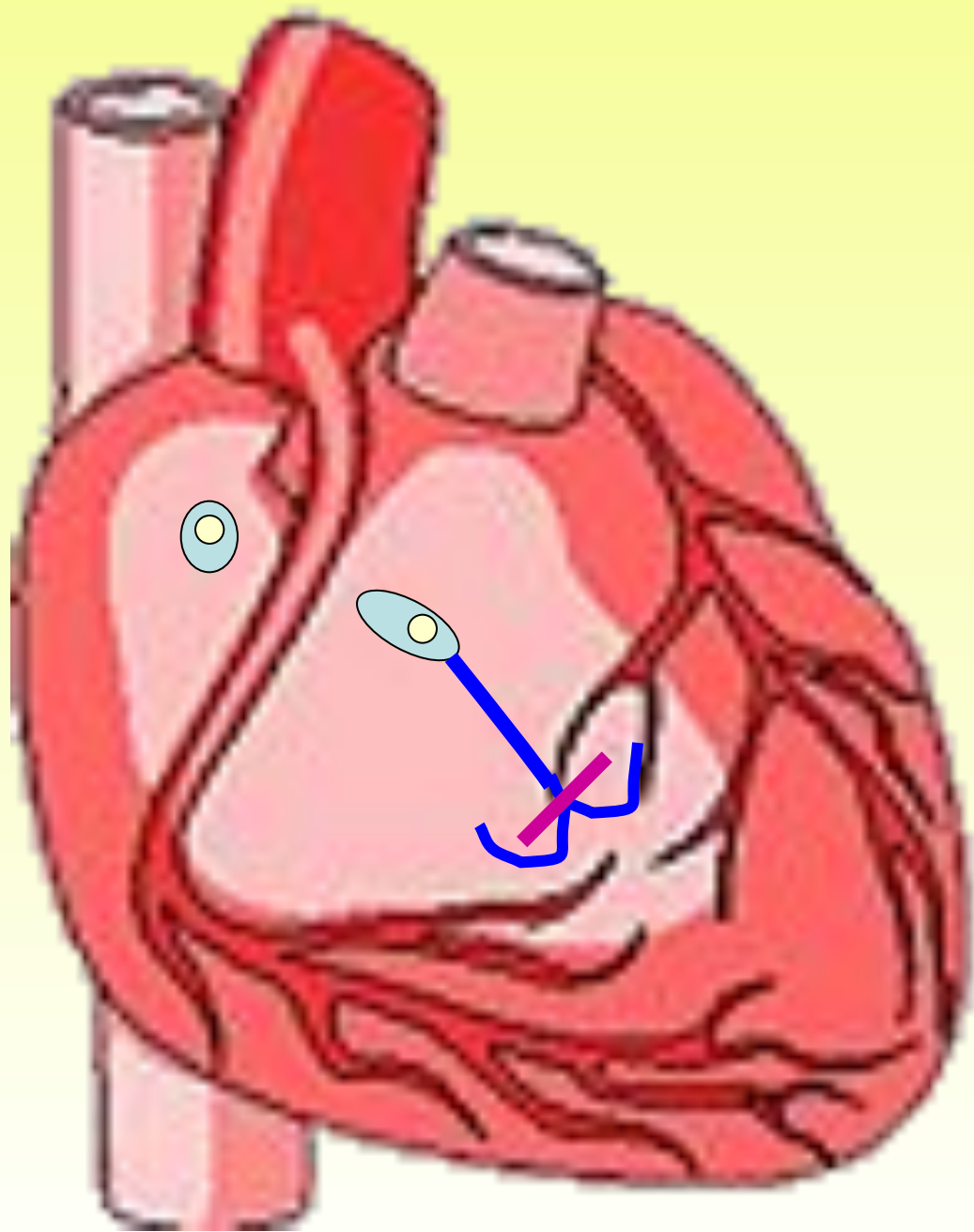






↑  
ВОЗБУДИМОСТЬ

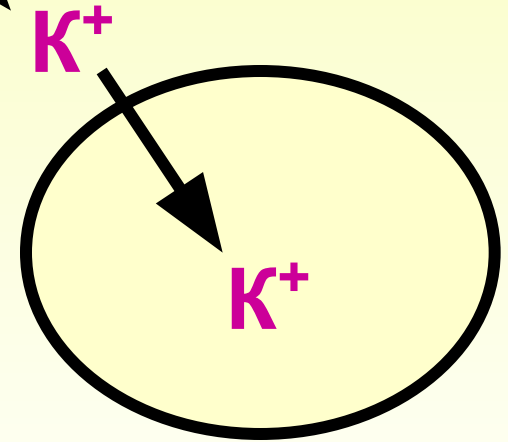
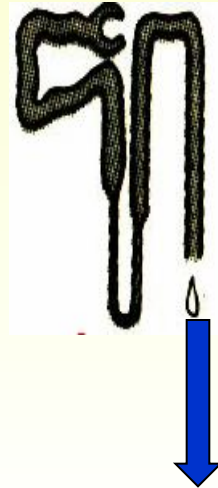
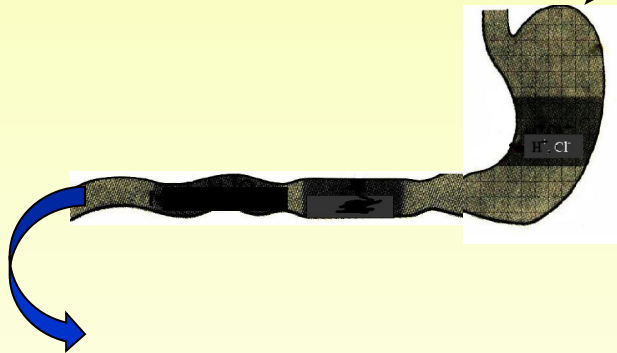




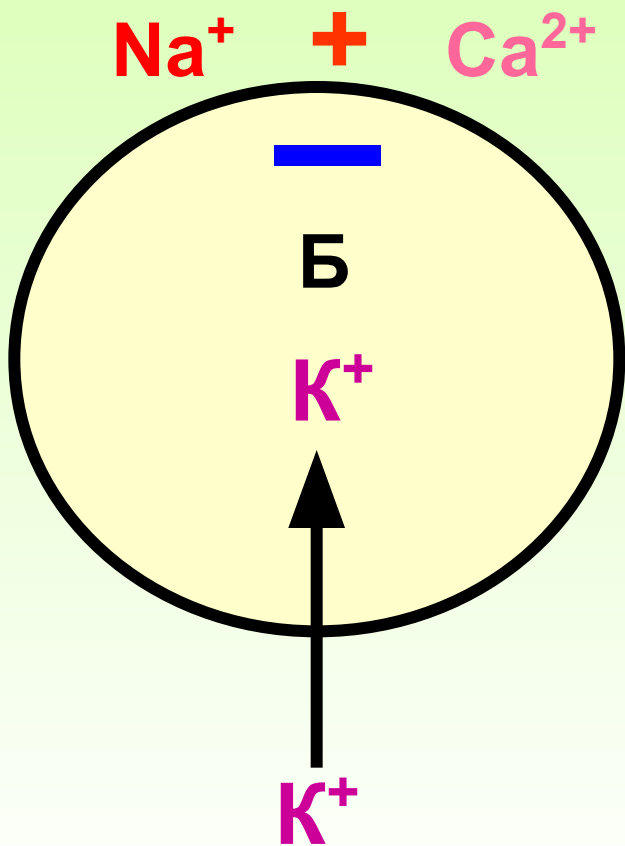
# ГИПОКАЛИЙЕМИЯ

**< 3,2 ммоль/л**

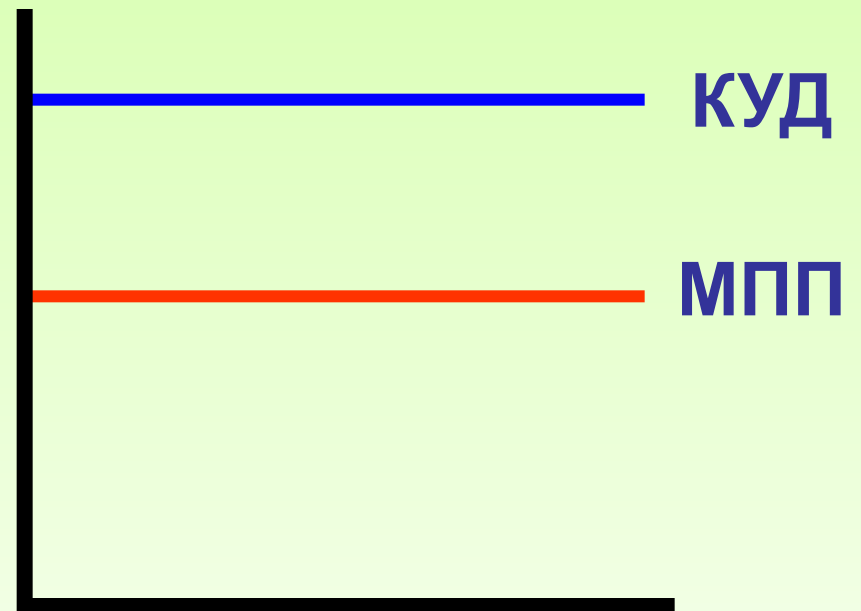
ПОТЕРИ  $K^+$







↓ ВОЗБУДИМОСТЬ

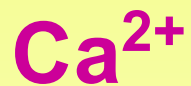


мышечные **дисфункции**, **гипотония**, **тетания**. Скелетные мышцы подвержены гипокалиемической **дистрофии**. Выраженная гипокалиемия ( $< 3 \text{ mEq/L}$ ) может привести к **параличу** дыхательной мускулатуры и **остановке дыхания**

нарушаются частотные, объемные и другие характеристики работы **сердца** (аритмии, вплоть до фибрилляции желудочков). Возможно возникновение **A-V блока** второй или третьей степени. **Хроническая** гипокалиемия нарушает не только функции, но и **морфологию** миокарда и кровеносных сосудов

развивается **печеночная кома**, снижается толерантность к углеводам и даже может возникнуть манифестный **сахарный диабет**, из-за нарушения секреции **ИНС** и его действия в тканях

сопровождается **функциональным** и **структурным** повреждением центральной, периферической и автономной **нервной** системы. Недостаток **K<sup>+</sup>** проявляется нарушением **физического развития**



2,0-2,9 ммоль/л.

Содержание

Общий Ca<sup>2+</sup>

недиффундирующий  
(неионизированный)

40%



глобулин

альбумин

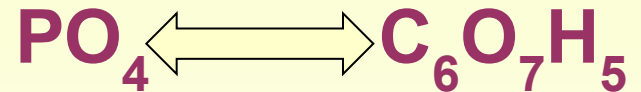
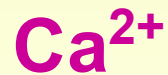
диффундирующий

60%



ионизированный

комплексы



HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, другие

участвует в регуляции возбудимости **нервной** и **мышечной** ткани, мембранного **возбуждения**

обеспечивает **секреторные** и **инкреторные** процессы **пищеварительных** и **эндокринных** желез

участвует в механизме **мышечного** сокращения

участвует в активации **ферментов** системы **свертывания**

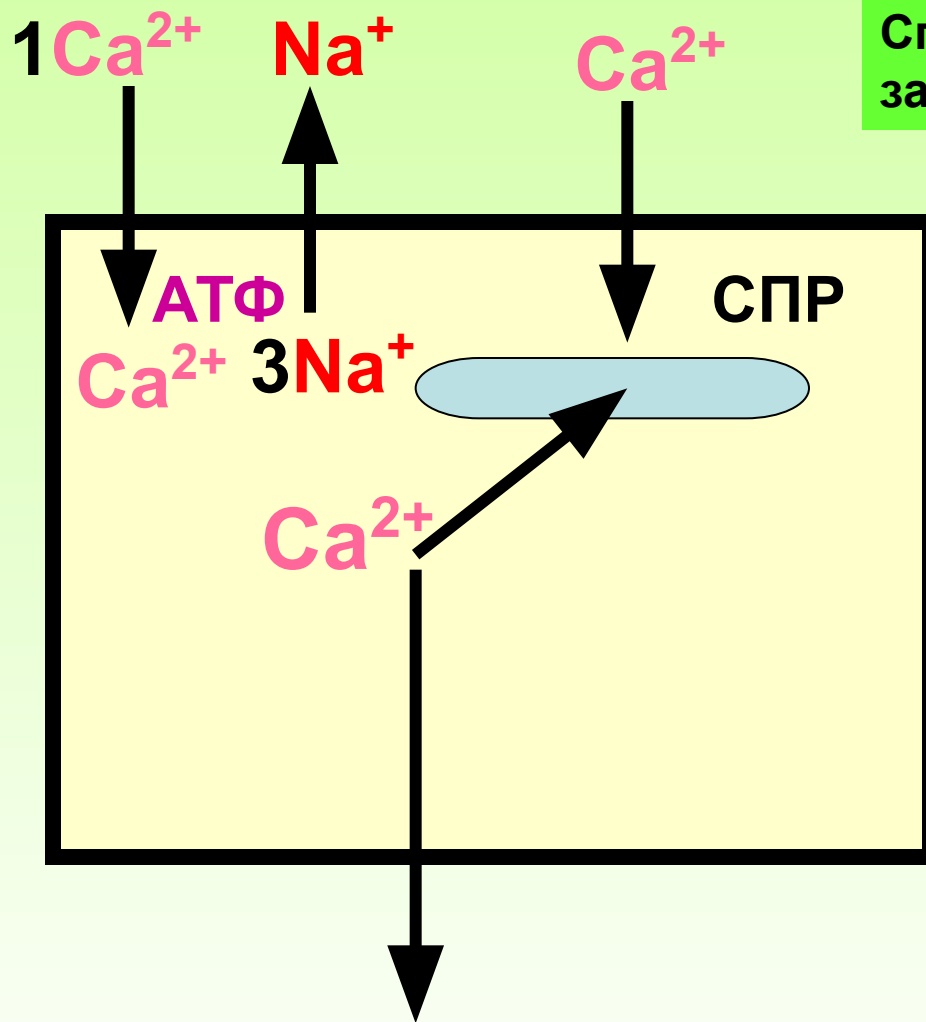
участвует во взаимодействии типа клетка–клетка (**адгезия** клеток)

внутриклеточный **посредник** в действии некоторых гормонов на клетку

регулирует **проницаемость** мембран связываясь с отрицательно заряженными группами ФЛ и углеводов на ее поверхности. Изменение концентрации **Ca<sup>2+</sup>** влияет на конформацию молекулярных комплексов мембран

выполняет структурную роль, создавая вместе с **P** минеральную основу скелета

запускает и регулирует течение всех важнейших **эффektorных** функций клетки через **фосфорилирование** ключевых белков **протеиназами**



Специальные системы защиты от избытка  $\text{Ca}^{2+}$

селективная проницаемость мембраны для  $\text{Ca}^{2+}$  (*самая низкая*)

наличие  $\text{Ca}^{2+}$  АТФ-азы (выбрасывает  $\text{Ca}^{2+}$  из клетки или изолирует в **СПР**)

наличие  $\text{Na}^+$ - $\text{Ca}^{2+}$  обменной системы

# ГИПЕРКАЛЬЦИЕМИЯ

> 3 ммоль/л

Причины



тиреотоксикоз



гиперпаратиреоз



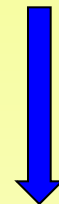
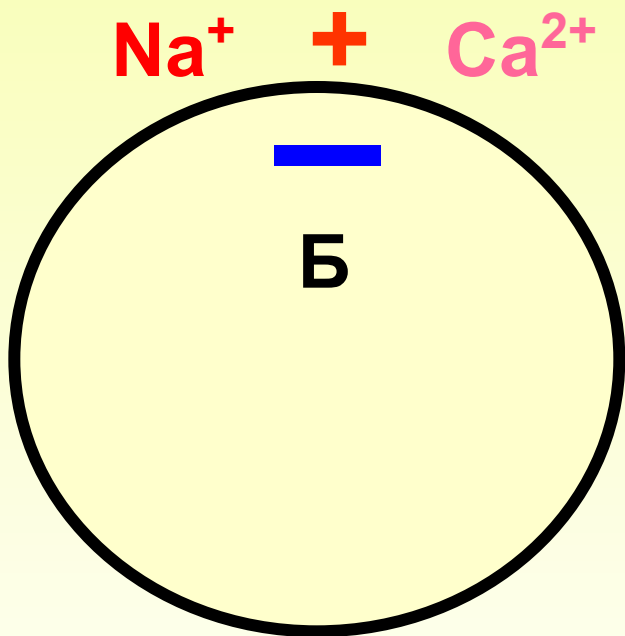
почечная  
недостаточность

АЦИДОЗ

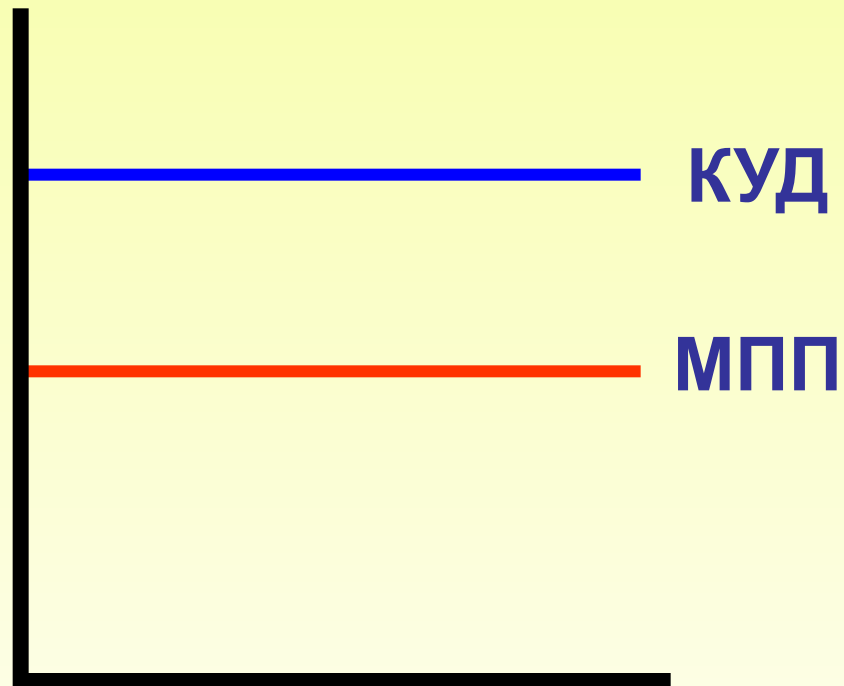
$Ca^{2+}$

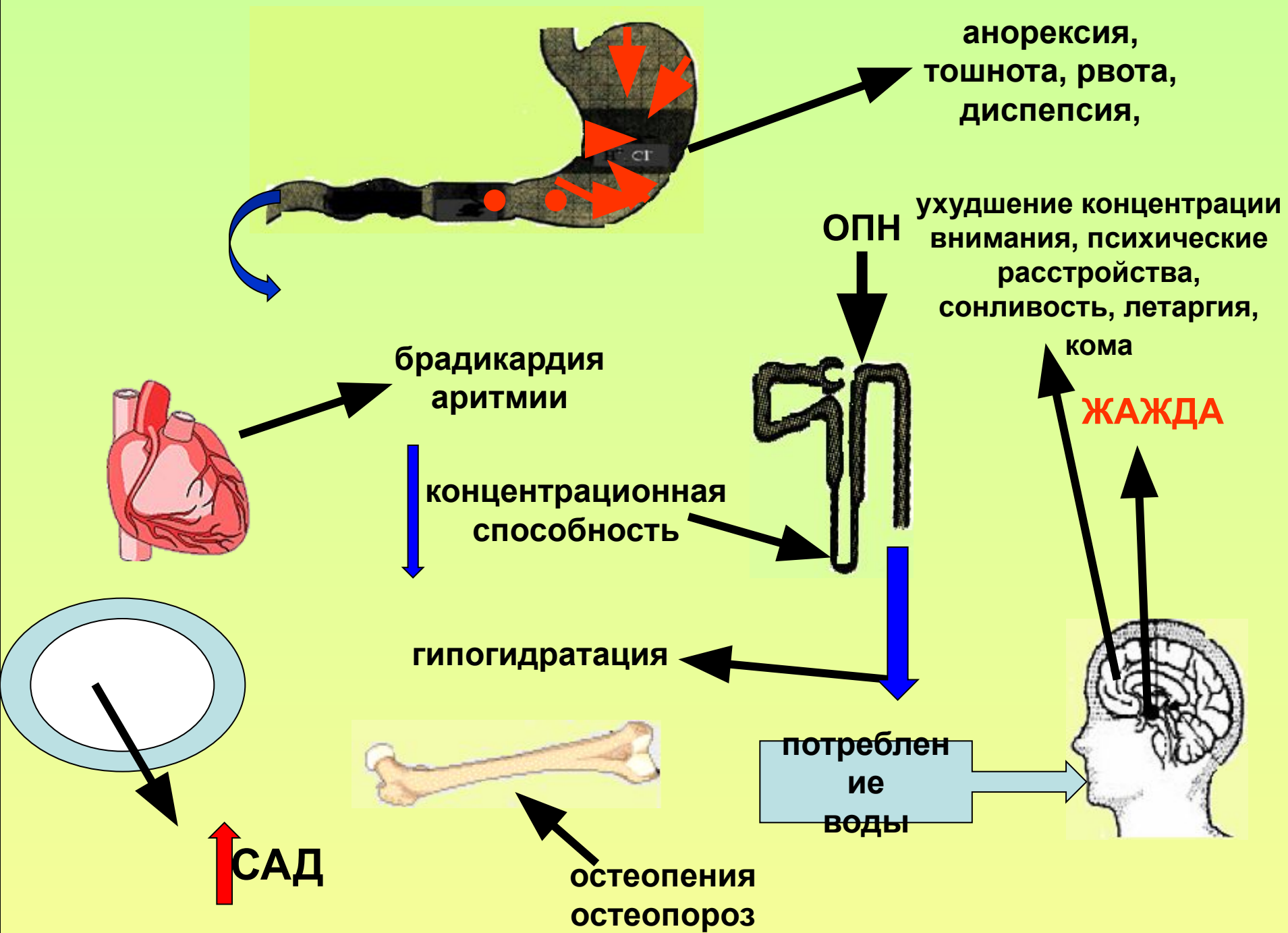


ионизированный  
 $Ca^{2+}$



ВОЗБУДИМОСТЬ







# ГИПОКАЛЬЦИЕМИЯ

**< 2 ммоль/л**

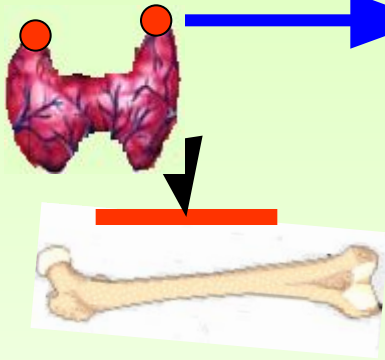
Причины

**Ca<sup>2+</sup>**

гипоальбуминемия

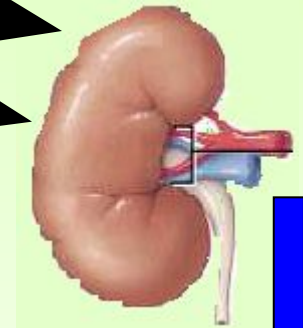
цирроз, нефроз, голодание, ожоги, сепсис, заболевания печени и нефротический синдром

гипофункция

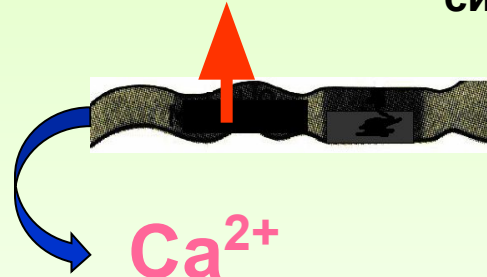


ХПН

Нефротический синдром



**Ca<sup>2+</sup>**

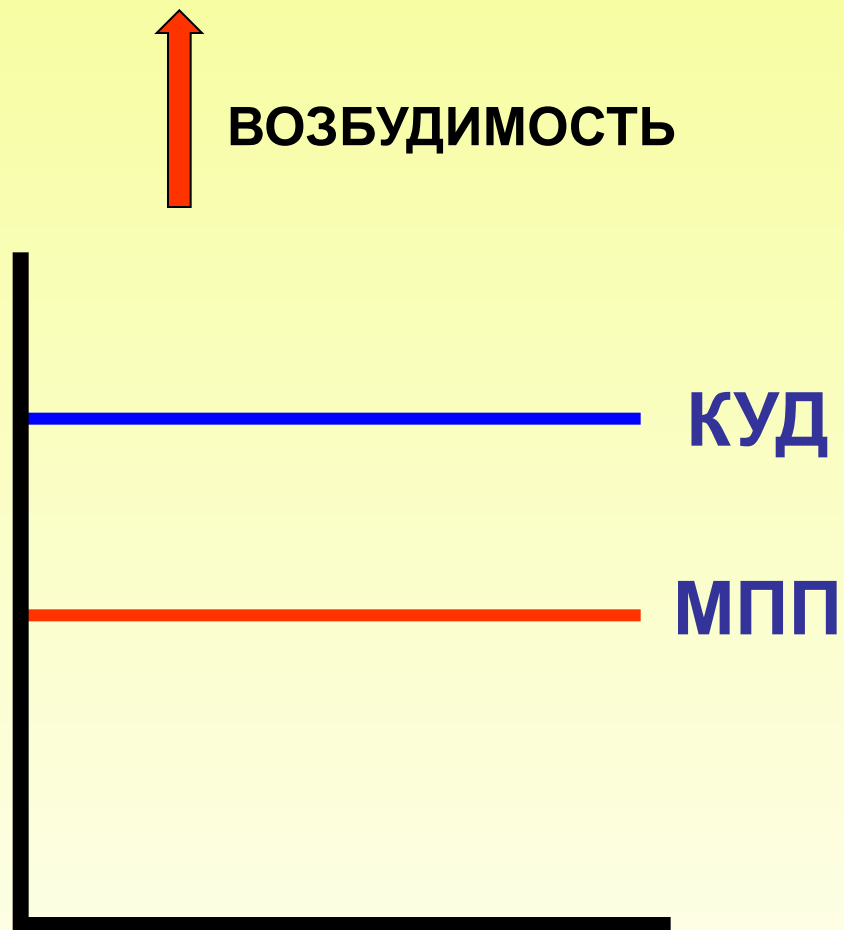
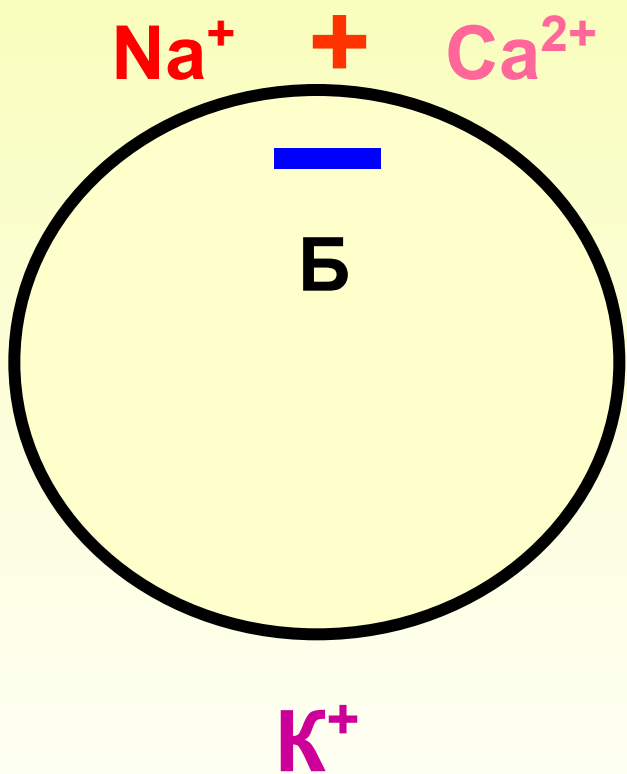


**Ca<sup>2+</sup>**

нарушение содержания  
**Mg<sup>2+</sup>**

авитаминоз  
**D**

острый панкреатит



# ГИПОКАЛЬЦИЕМИЯ

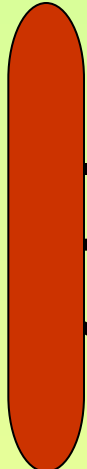
150 заболеваний



САД



гиперпаратиреозидизм  
гипертиреозидизм

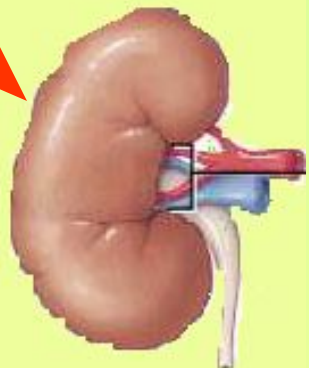
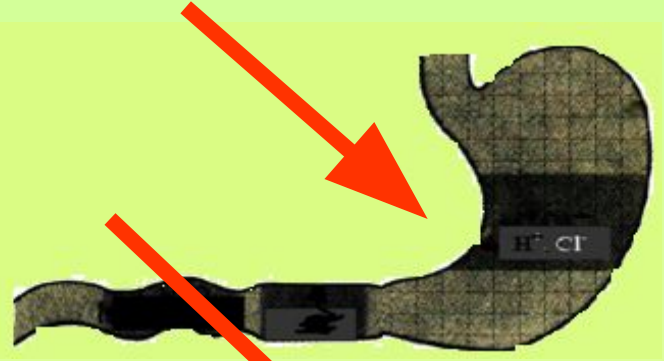


тетания

судороги

остановка дыхания

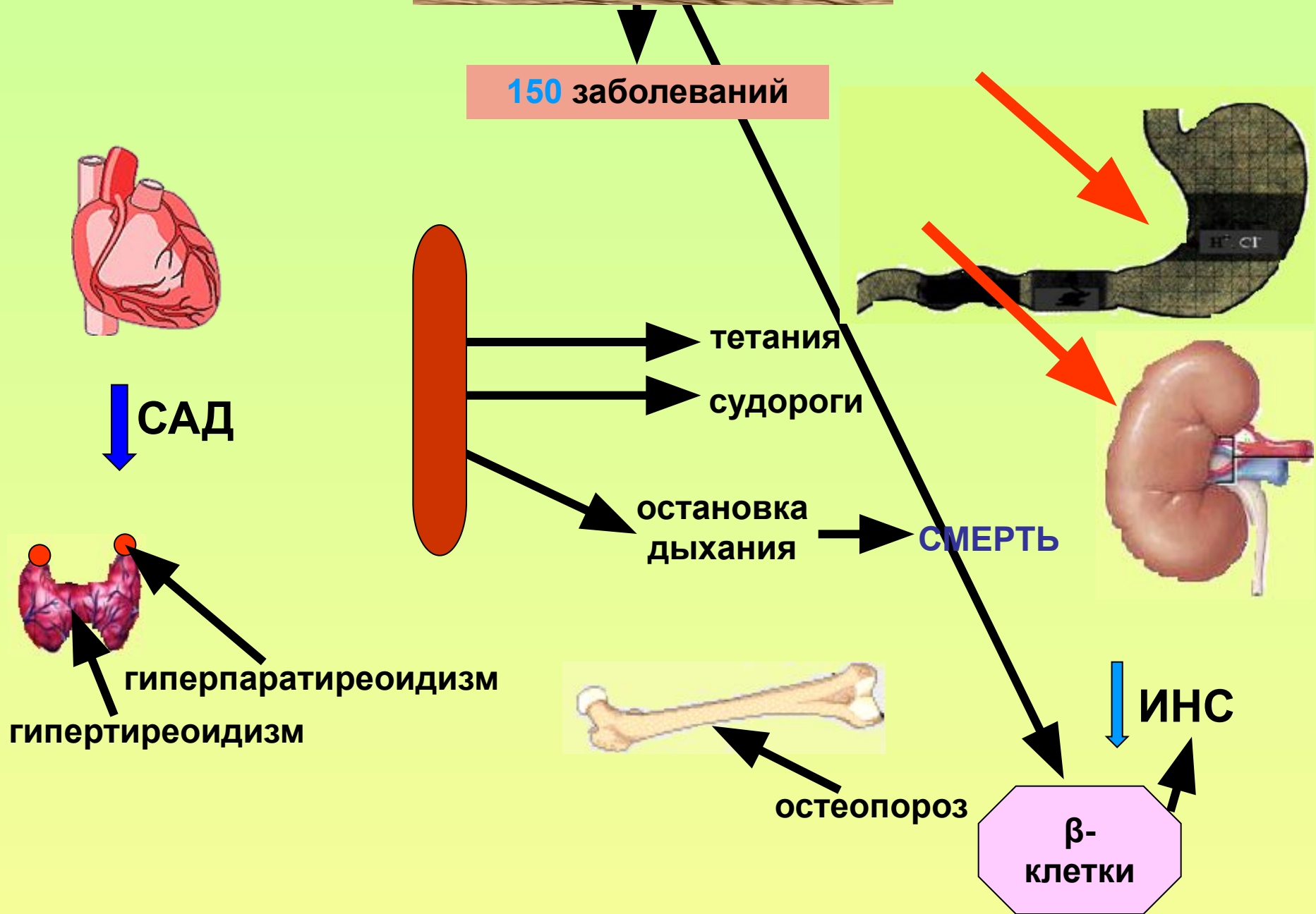
СМЕРТЬ



остеопороз

ИНС

β-клетки



# Mg<sup>2+</sup>

0,75-0,9 ммоль/л

Основной **модулятор метаболизма** (входит в состав более **300** разных ферментных комплексов)

входит в состав ферментных групп **гидролиза** и **переноса** фосфатных групп

является **кофактором** фосфатаз, расщепляющих **АТФ** и регулирующих метаболизм липидов

принимает участие в **обмене нуклеотидов** (стабилизация структуры молекул **ДНК, РНК**)

принимает участие в обмене **макроэргических соединений**

увеличивает активность **холестеролацилтрансферазы (ХЛАТ)**,  
этерифицирующей свободный холестерин

увеличивает активность **липаз**, расщепляющих липопротеины;  
липопротеинлипазы; тормозит липолиз

увеличивает выделение **норадреналина** из надпочечников и  
симпатических нервных окончаний

обладает антиоксидантной активностью. **Mg<sup>2+</sup>** помогает усвоению **Ca<sup>2+</sup>**,  
**P, K<sup>+</sup>**, витаминов группы **B, C, E**

# ГИПЕРМАГНИЙЕМИЯ

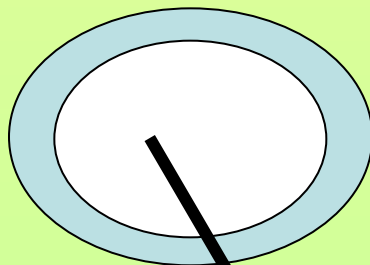
**> 1,05 ммоль/л**

**Причины**

**почечная  
недостаточность**



**артериальная  
гипертензия**



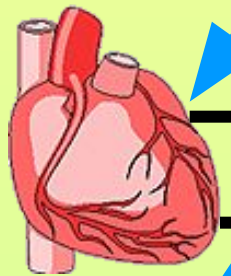
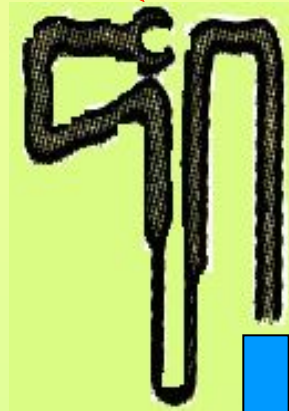
**↑ САД**

**хронические  
инфекции**

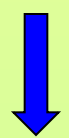
Нервно-мышечная возбудимость =  $\sum \frac{\uparrow K + Na + HCO_3 + P}{\downarrow Ca + Mg + H}$



**СКФ**

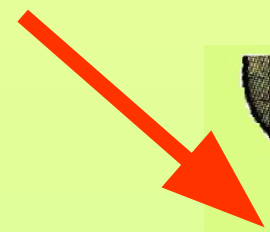


замедление проводимости  
аритмии

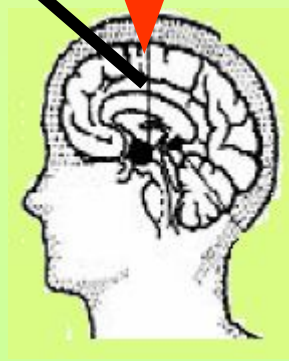
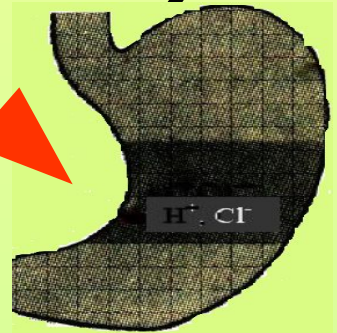


**САД**

- 2,5-3,5** сонливость
- 3-5** гипотензия  
жажда
- 5** угнетение ДЦ
- 6-7,5** кома
- 7,5-10** остановка сердца



тошнота  
рвота



# ГИПОМАГНИЕМИЯ

**< 0,75 ммоль/л**

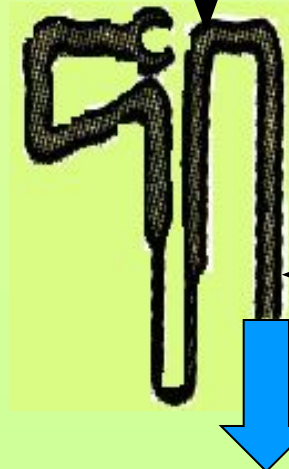
Причины



диарея

жидкости, не  
содержащие **Mg<sup>2+</sup>**

диуретики

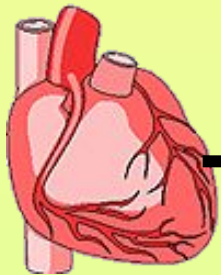


полиурия



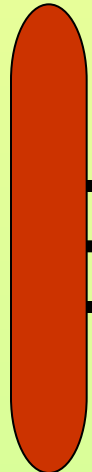


Нервно-мышечная возбудимость =  $\sum \frac{\uparrow K + Na + HCO_3 + P}{\downarrow Ca + Mg + H}$  



→ аритмии

 САД



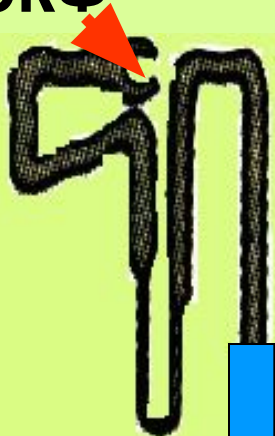
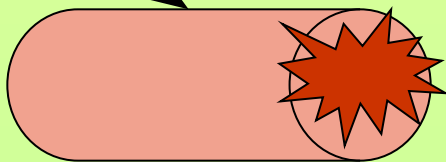
→ судороги  
→ тетания  
→ дрожь

спутанность  
сознания,  
беспокойство и  
агрессивность

Отеки, асцит,  
гидроторакс

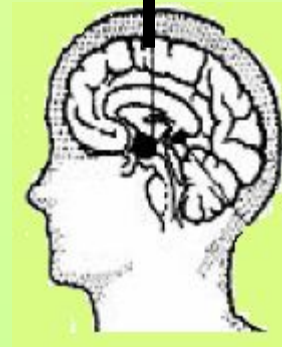
СКФ

ПГА<sub>2</sub>



H<sub>2</sub>O

Ca<sup>2+</sup>



# P

0,81-1,45 ммоль/л.

**внутриклеточный** анион, в клетке его в **40** раз больше, чем вне

компонент нуклеиновых кислот и фосфолипидов клеточных мембран

участвует в **окислительном фосфорилировании**, в результате, которого образуется **АТФ**, фосфорилировании некоторых **витаминов** (*тиамина, пиридоксина и других*). Участвует в переносе энергии в виде макроэргических связей

включен в **метаболизм**: с участием фосфорной кислоты осуществляется гликолиз, гликогеноз, обмен жиров. **P** входит в структуру **ДНК, РНК**, обеспечивающих синтез белка

**P** важен для функционирования мышечной ткани (*скелетной мускулатуры и сердечной мышцы*)

неорганические фосфаты входят в состав **буферных систем** плазмы и тканевой жидкости, обеспечивая поддержание **pH-баланса**

**P** отводится ведущая роль в деятельности **ЦНС**

# ГИПЕРФОСФАТЕМИЯ

**> 1,46 ммоль/л**

**Причины**

**почечная  
недостаточность**

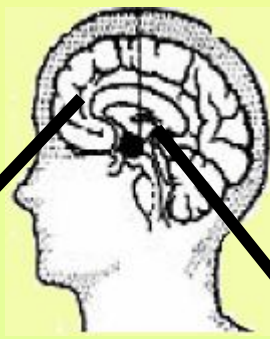
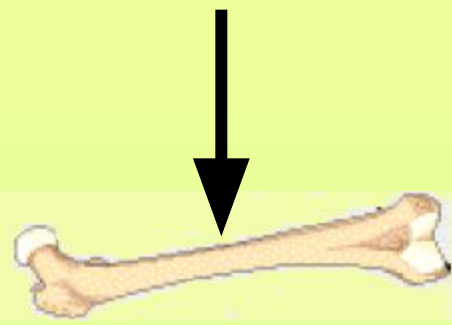


**гипопаратиреоз**



**АЦИДОЗ**

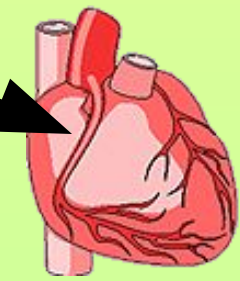
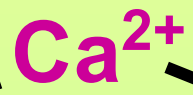
остеодистрофия



психические  
расстройства

неврологические  
расстройства

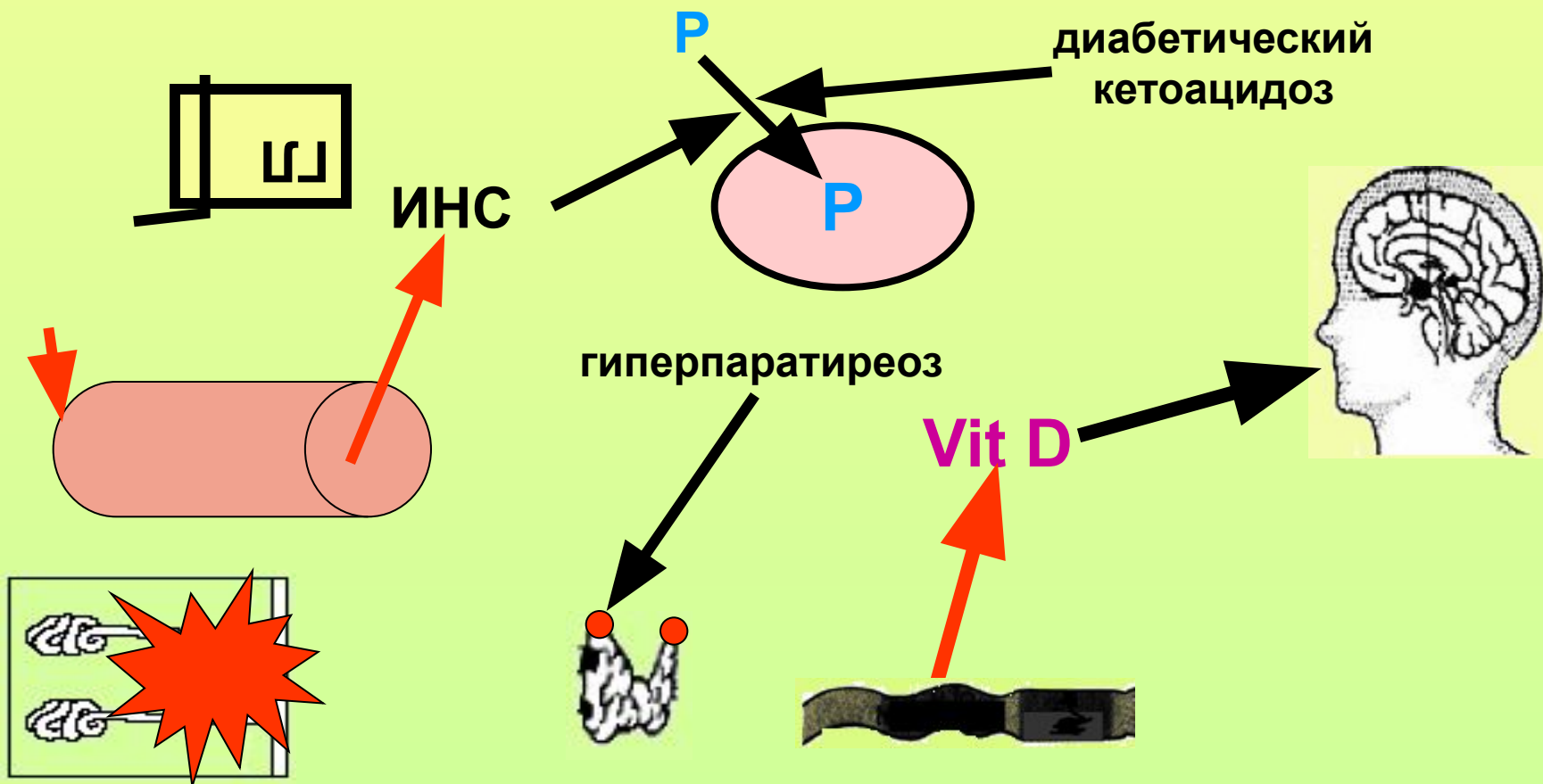
ОТЛОЖЕНИЕ

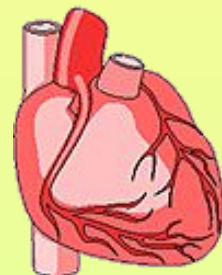


# ГИПОФОСФАТЕМИЯ

*< 0,81 ммоль/л*

Причины





остеопороз

боли в костях

2,3 ДФГ

$\text{KNO}_2$

