

Na⁺ :

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

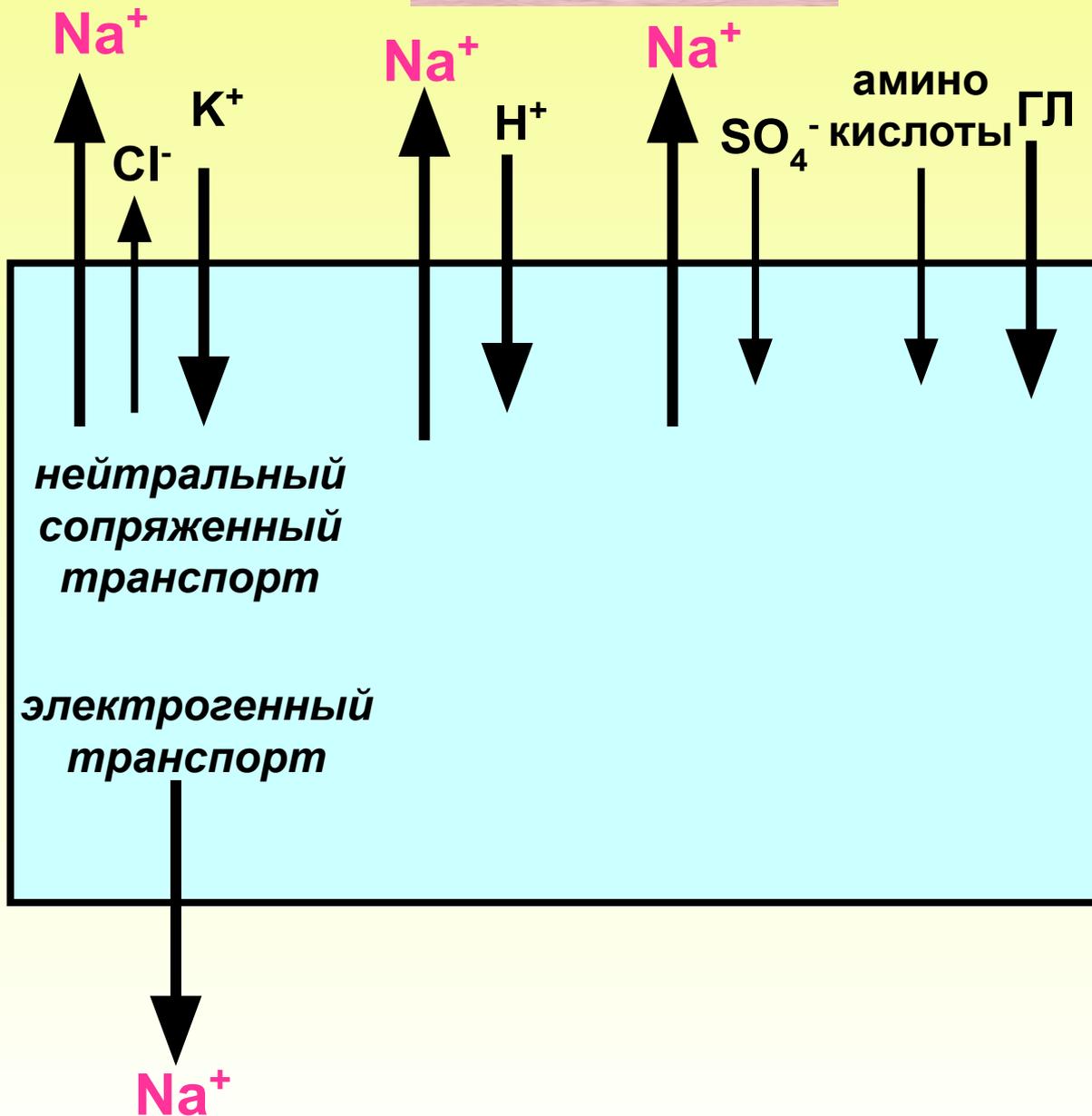
обмен Na⁺ тесно **связан** с **водным обменом** и косвенно - с **азотистым** и **углеводным**

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

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



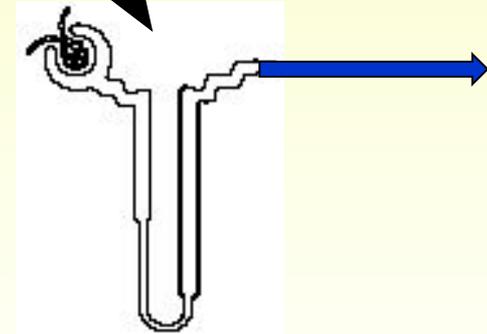
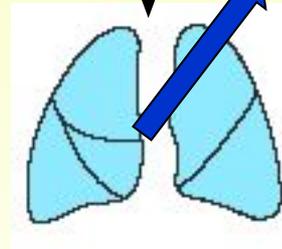
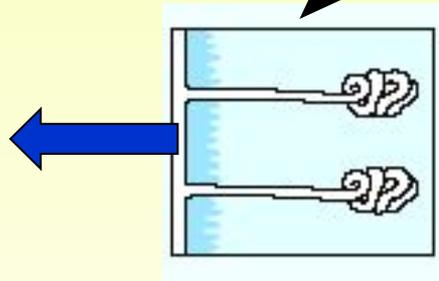
135-145 ммоль/л.

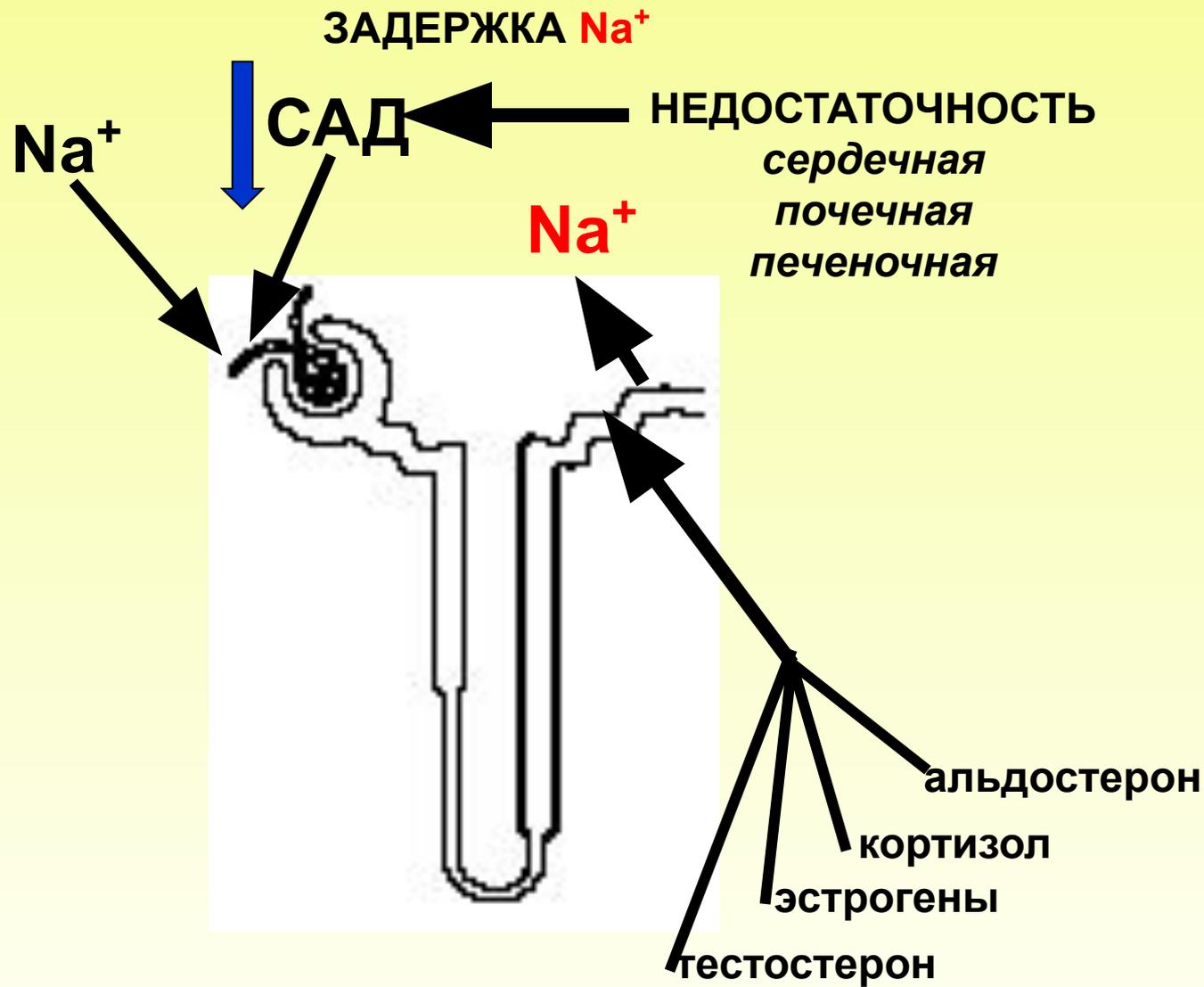


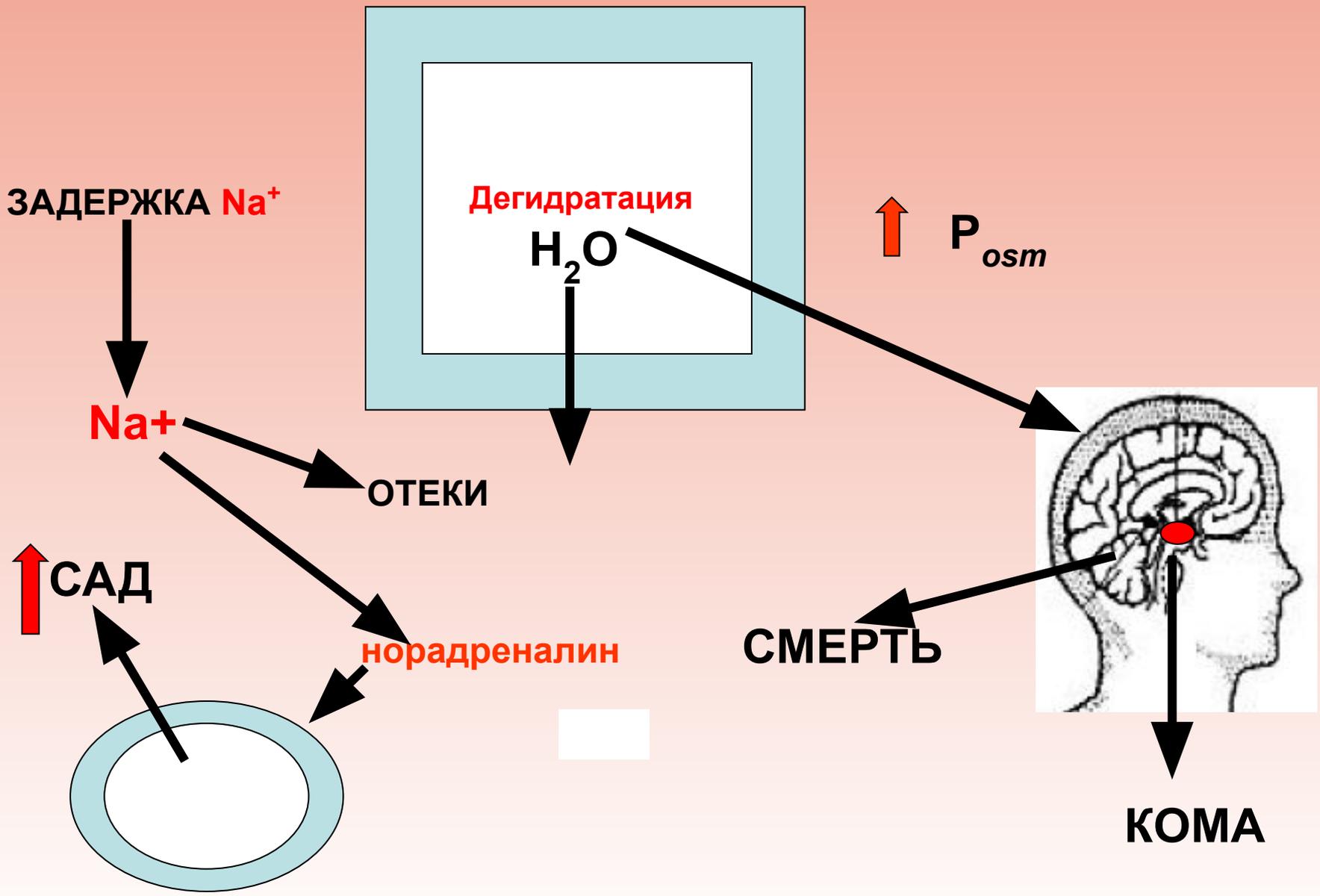
ГИПЕРНАТРИЙЕМИЯ

> 145 ммоль/л

ПОТЕРЯ ВОДЫ



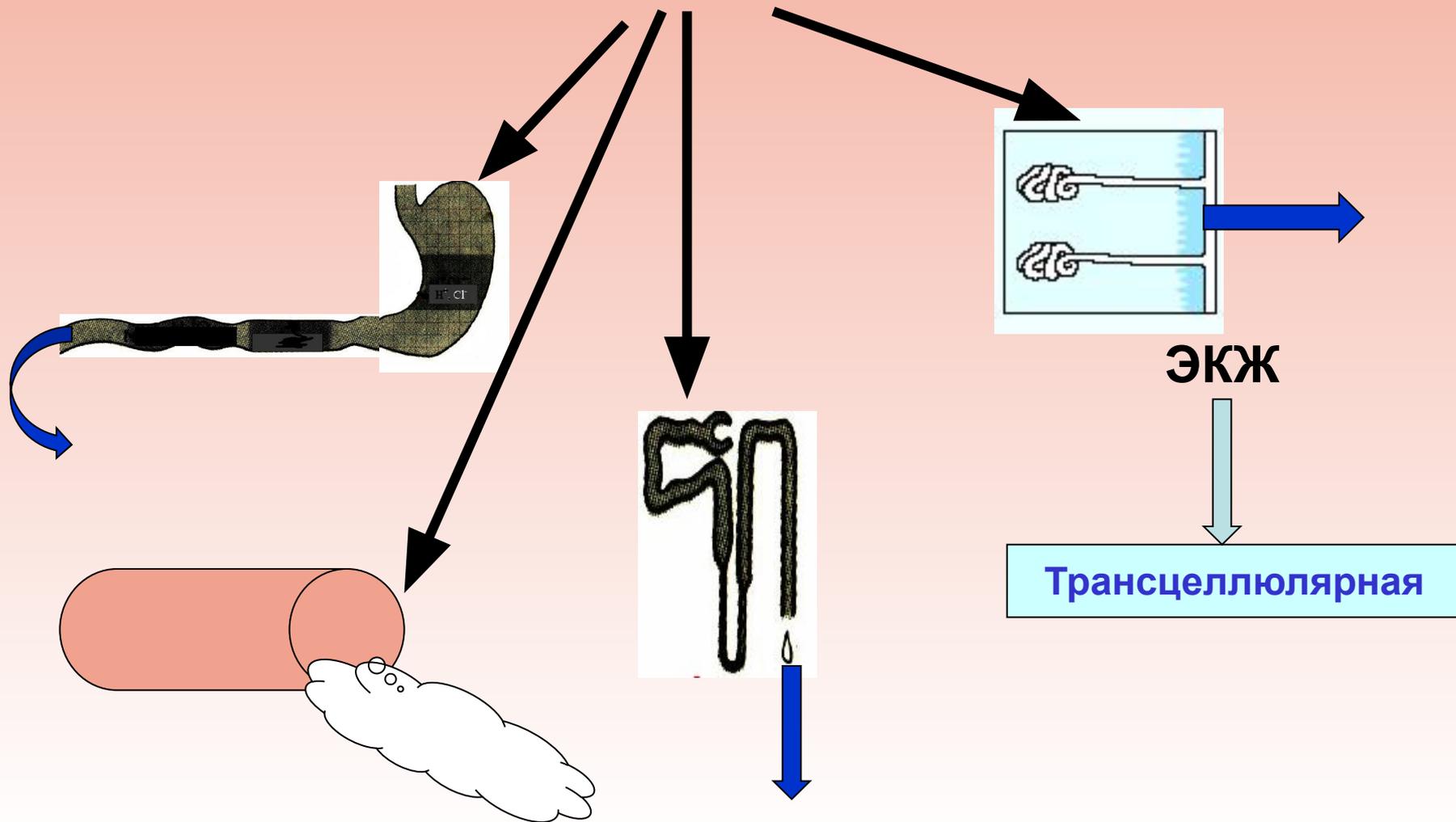




ГИПОНАТРИЕМИЯ

< 130 ммоль/л

ПОТЕРИ Na^+



Гиперкалиемиа

Гипокалиемиа

Гипергидратация

K^+

K^+

P_{osm}

H_2O

ЭКЖ

ОЦК

САД

КОМА

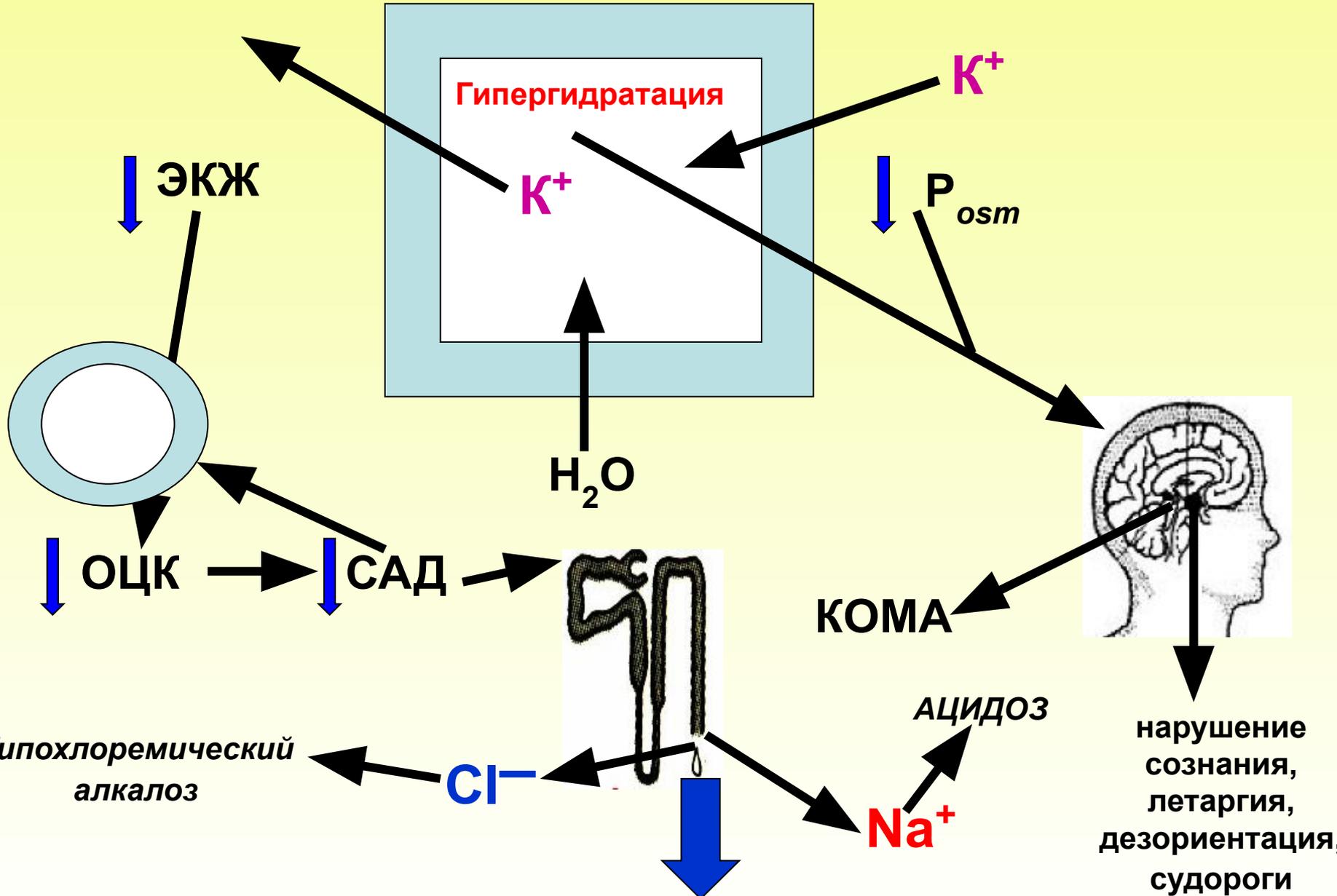
АЦИДОЗ

нарушение сознания, летаргия, дезориентация, судороги

Гипохлоремический алкалоз

Cl^-

Na^+



K^+ :

3,5-5,5 ммоль/л.

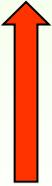
рост и дифференцировка клеток

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

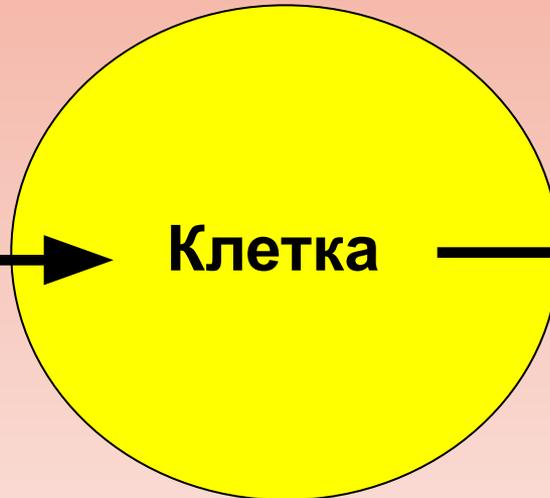
β_2 -а/д
к/а

альдостеро

и

дофамин

K⁺



Клетка



K⁺

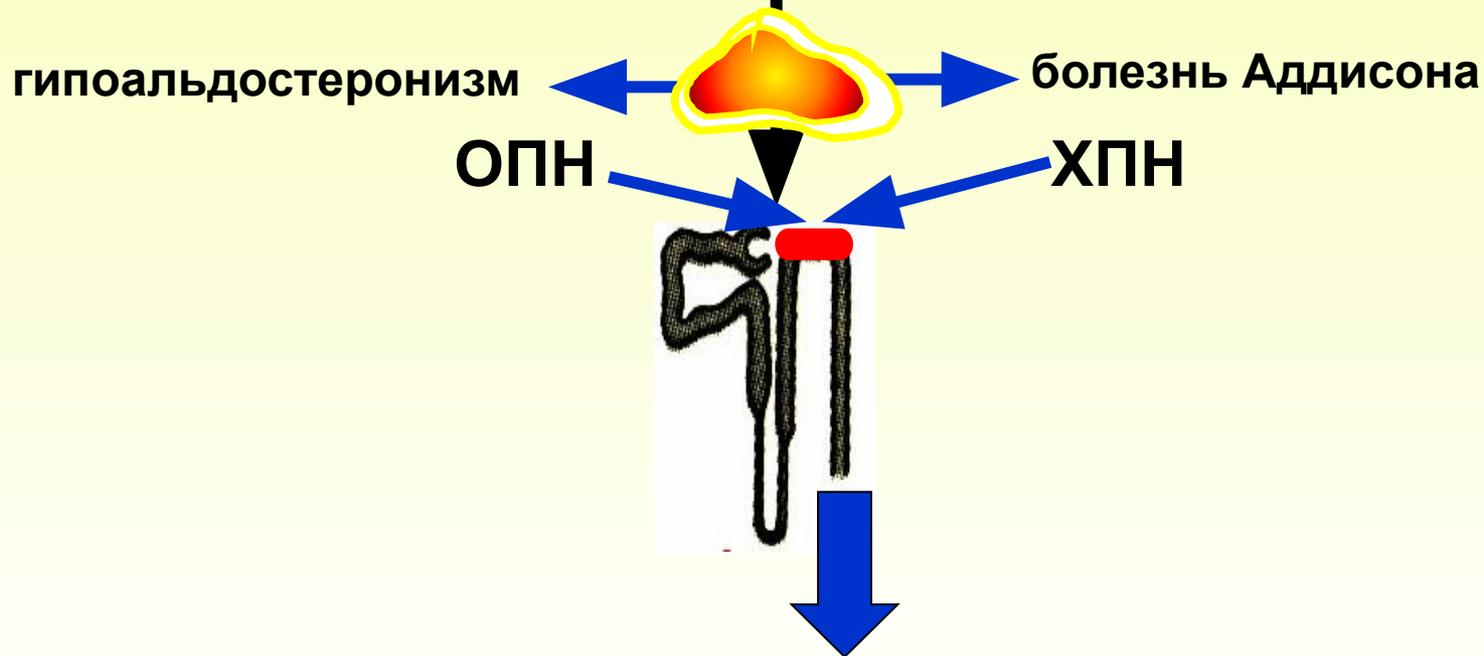
Ацидоз

α -а/д
к/а

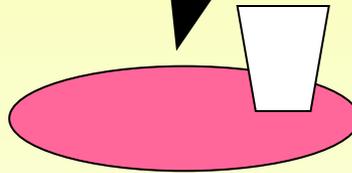
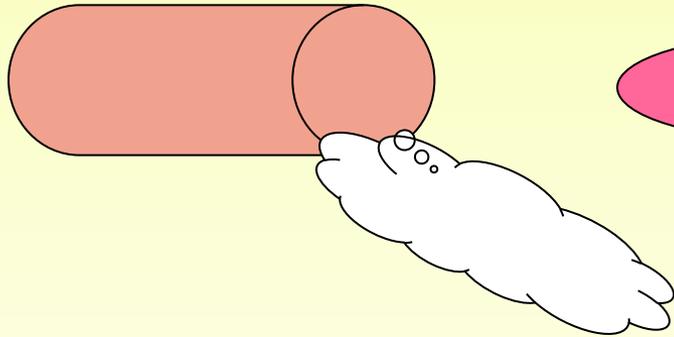
ГИПЕРКАЛИЙЕМИЯ

> 5,5 ммоль/л

НЕАДЕКВАТНАЯ ЭКСКРЕЦИЯ K^+

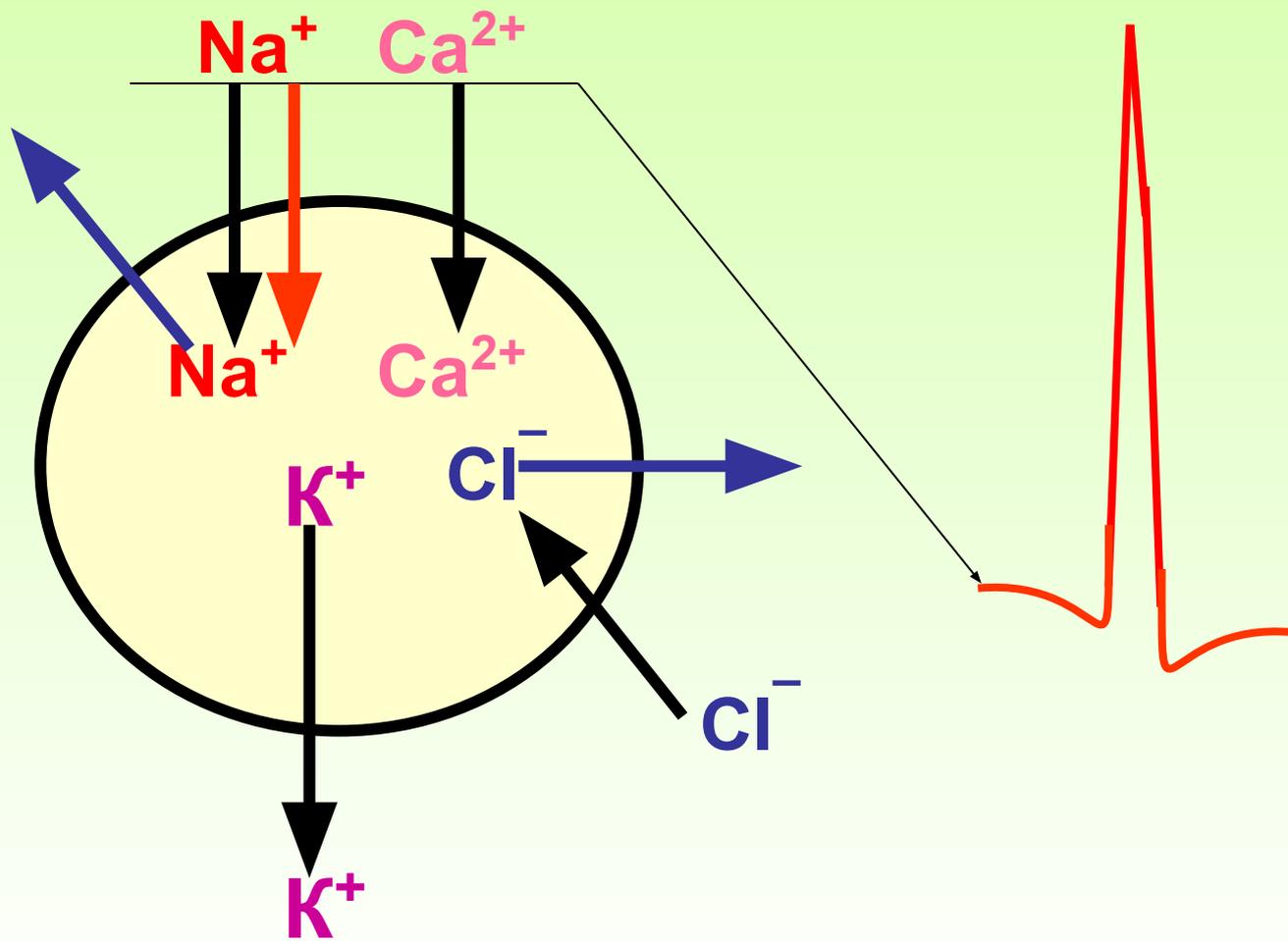


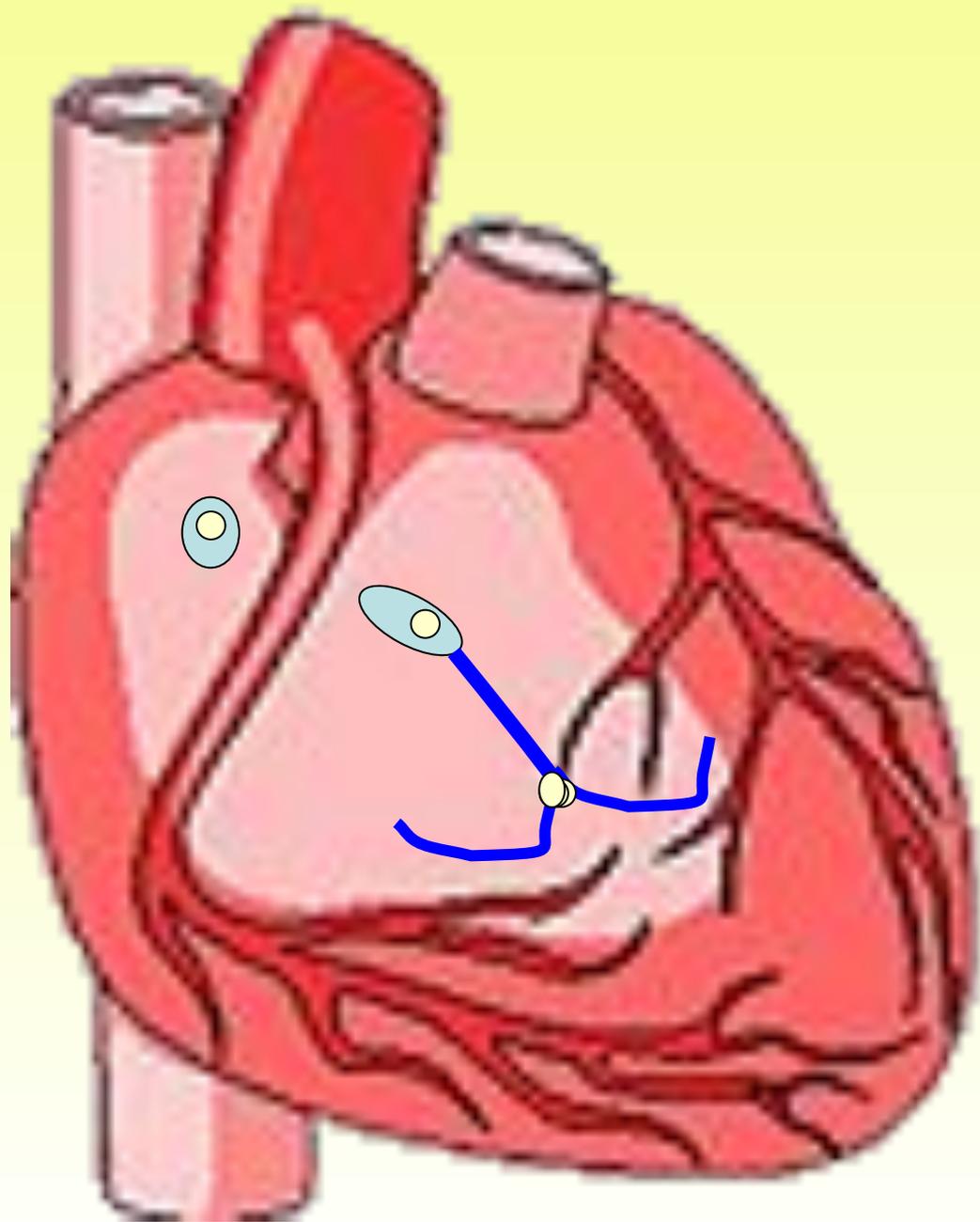
ПОТЕРЯ K^+ тканями

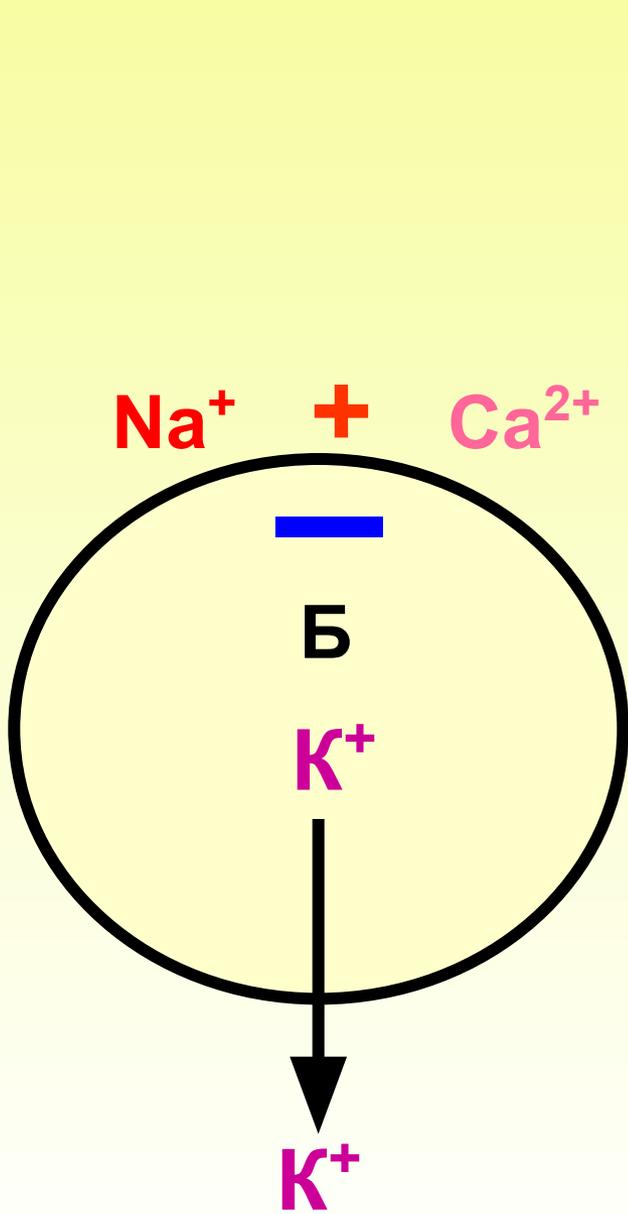


Ацидоз

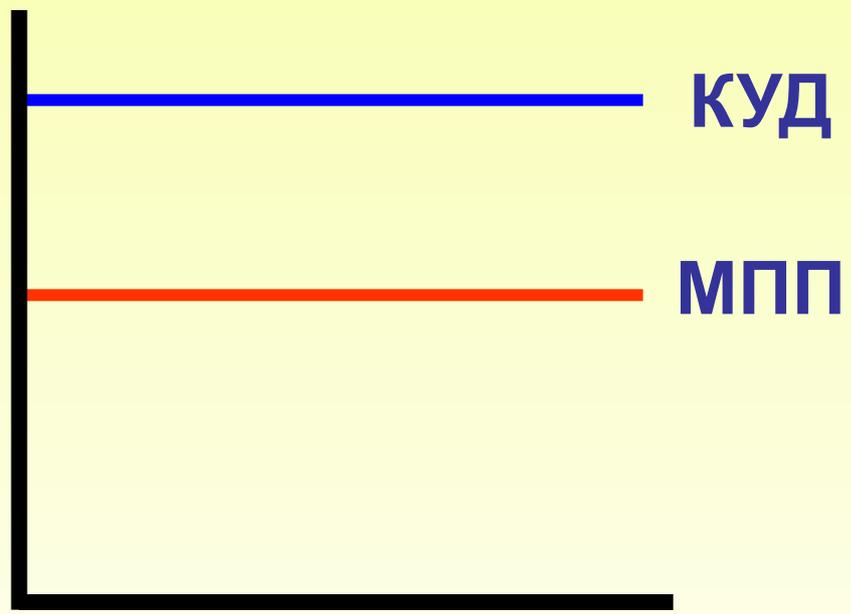
P_{osm}

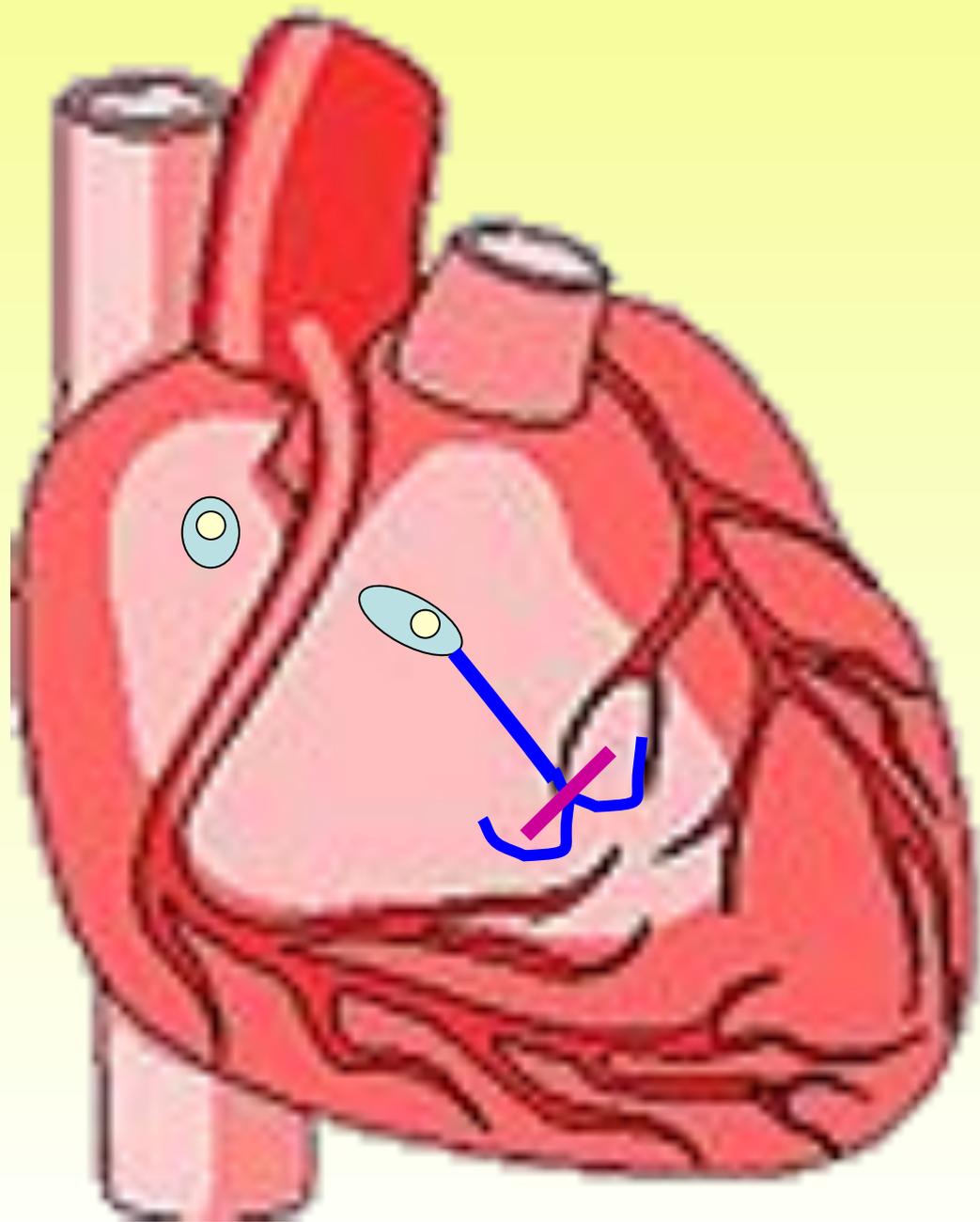






↑
ВОЗБУДИМОСТЬ

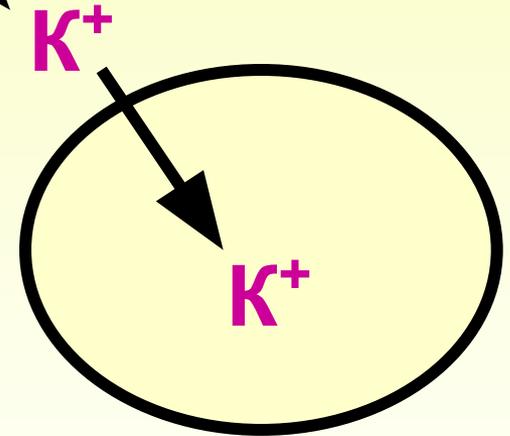
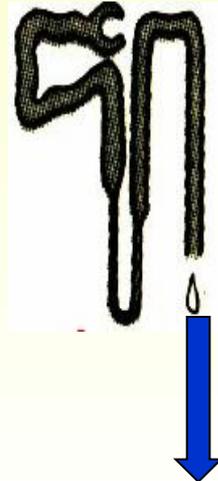
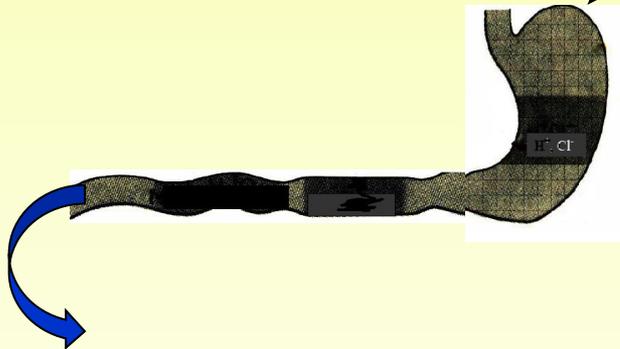


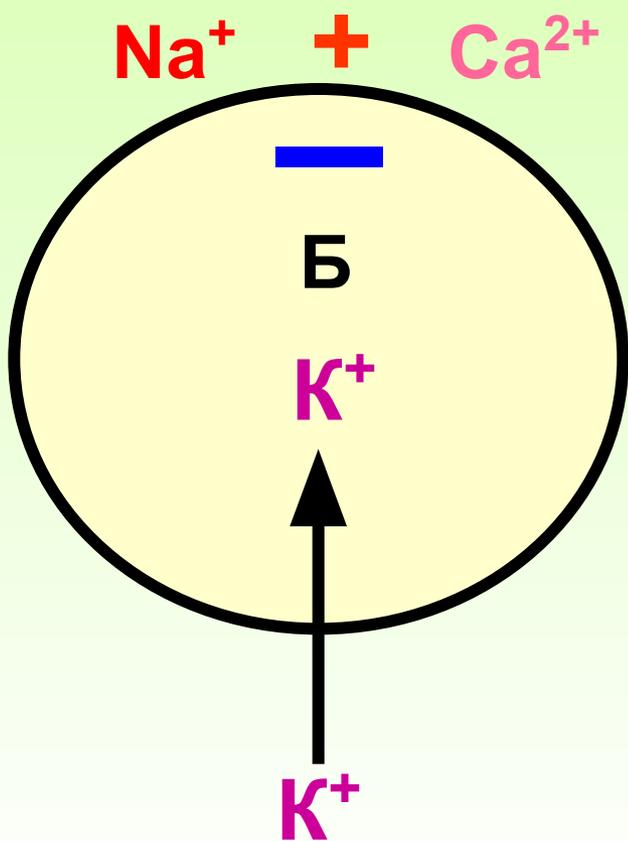


ГИПОКАЛИЙЕМИЯ

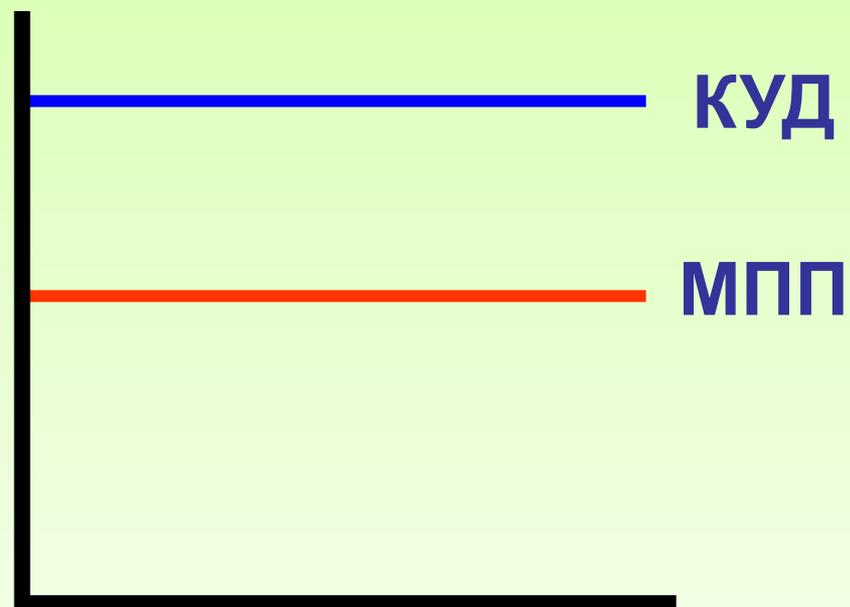
< 3,2 ммоль/л

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⁺** проявляется нарушением **физического развития**



2,0-2,9 ммоль/л.

Содержание

Общий Ca²⁺

недиффундирующий
(неионизированный)

40%



глобулин

альбумин

диффундирующий

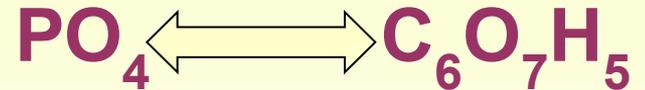
60%



ионизированный



комплексы



HCO₃⁻, 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**

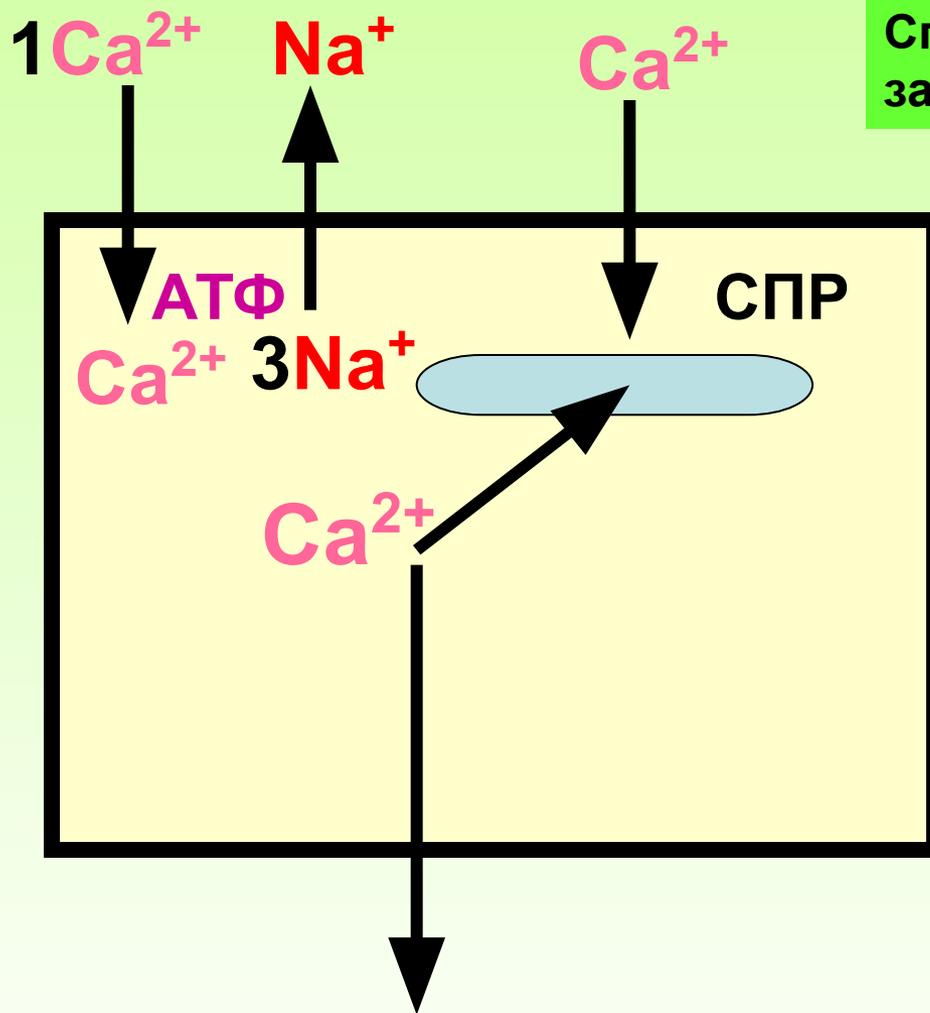
участвует во взаимодействии типа клетка–клетка (**адгезия** клеток)

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

регулирует **проницаемость** мембран связываясь с отрицательно заряженными группами ФЛ и углеводов на ее поверхности. Изменение концентрации **Ca²⁺** 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 Ca^{2+}

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

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

наличие Na^+ - Ca^{2+} обменной системы

ГИПЕРКАЛЬЦИЕМИЯ

> 3 ммоль/л

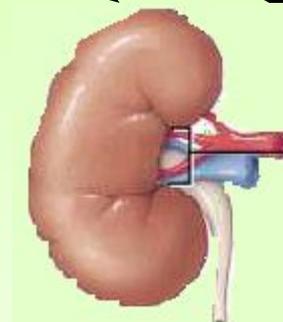
Причины



тиреотоксикоз



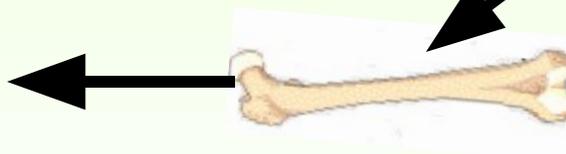
гиперпаратиреоз



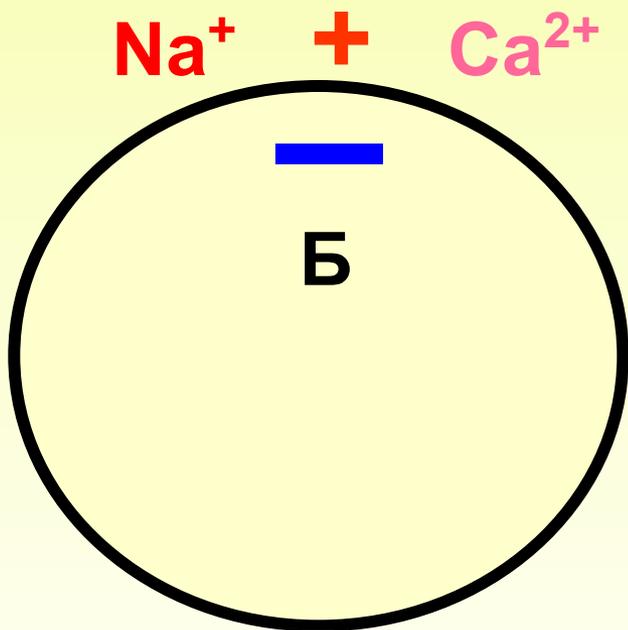
почечная
недостаточность

АЦИДОЗ

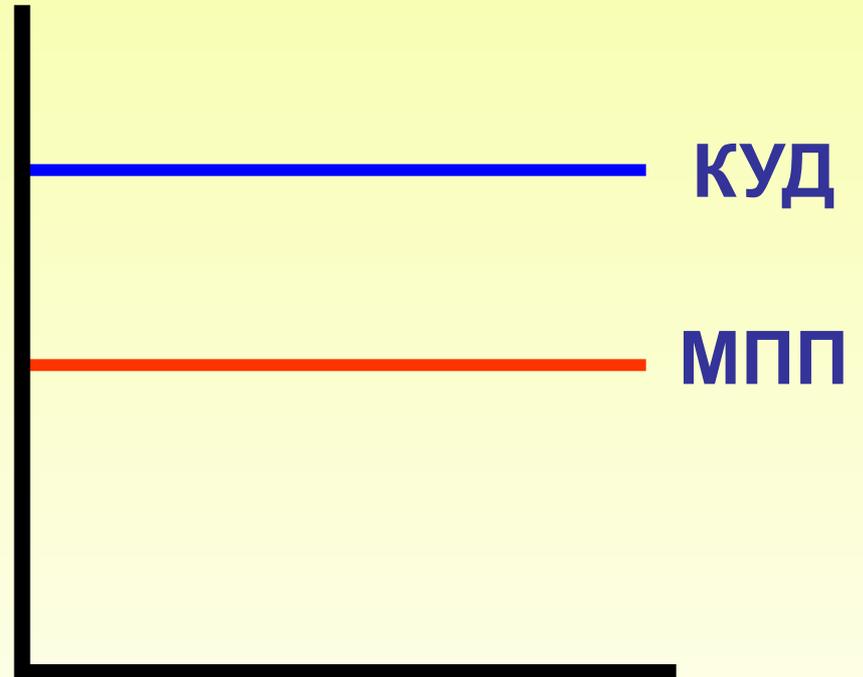
Ca^{2+}

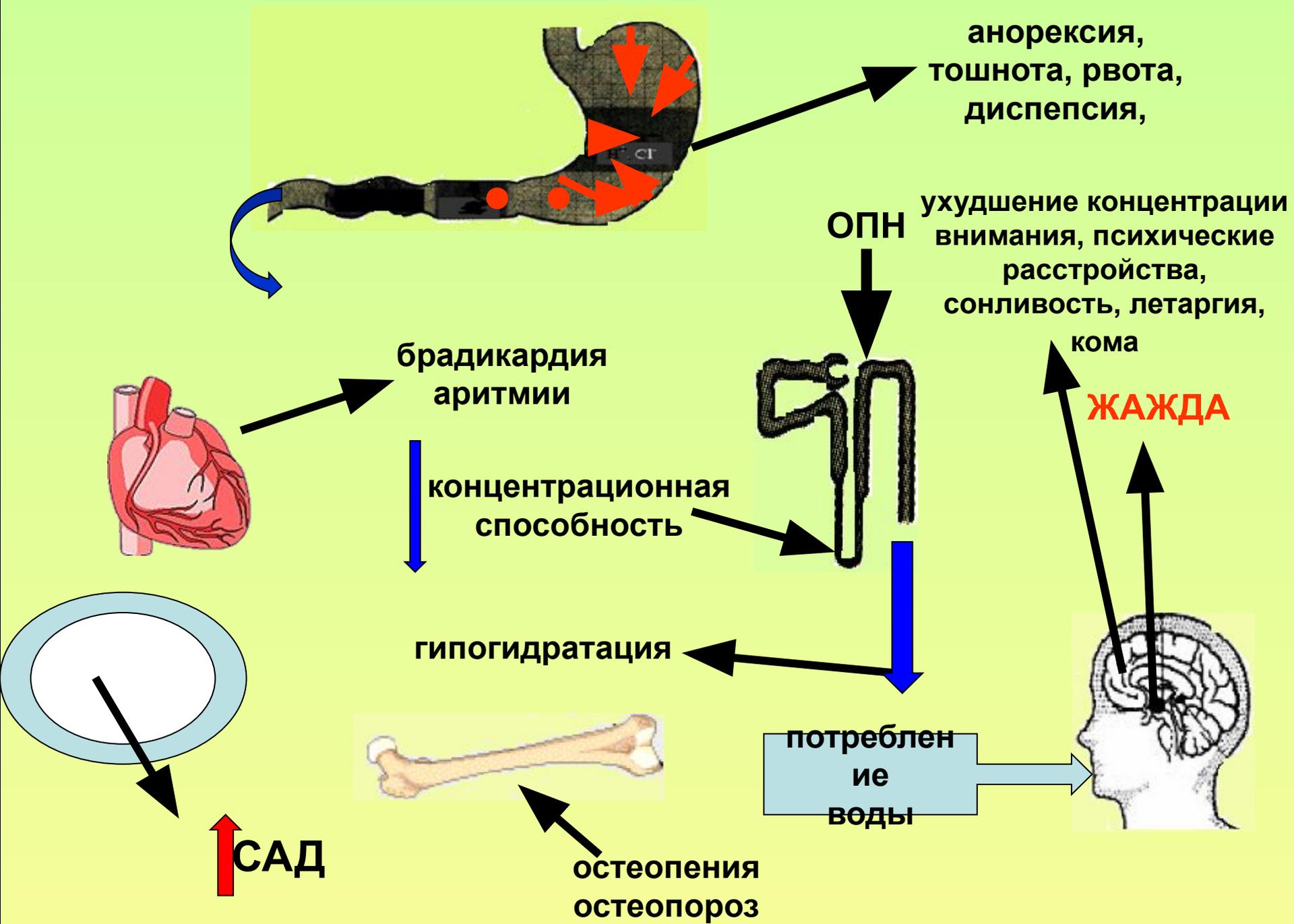


ионизированный
 Ca^{2+}



ВОЗБУДИМОСТЬ





ГИПОКАЛЬЦИЕМИЯ

< 2 ммоль/л

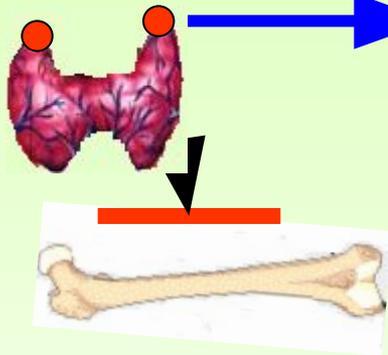
Причины

Ca^{2+}

гипоальбуминемия

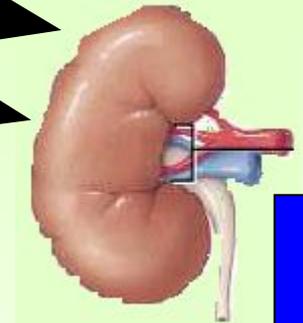
цирроз, нефроз, голодание, ожоги, сепсис, заболевания печени и нефротический синдром

гипофункция

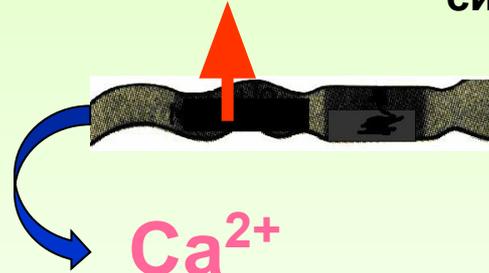


ХПН

Нефротический синдром



Ca^{2+}

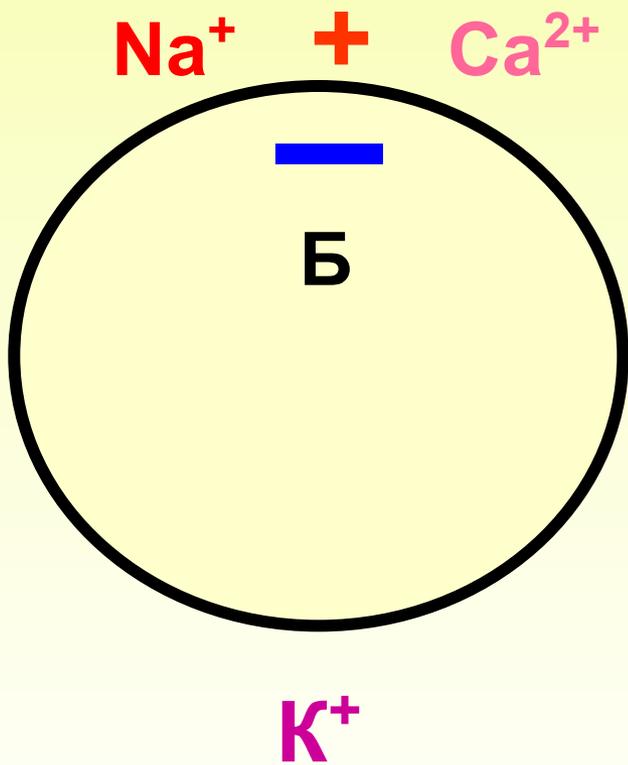


Ca^{2+}

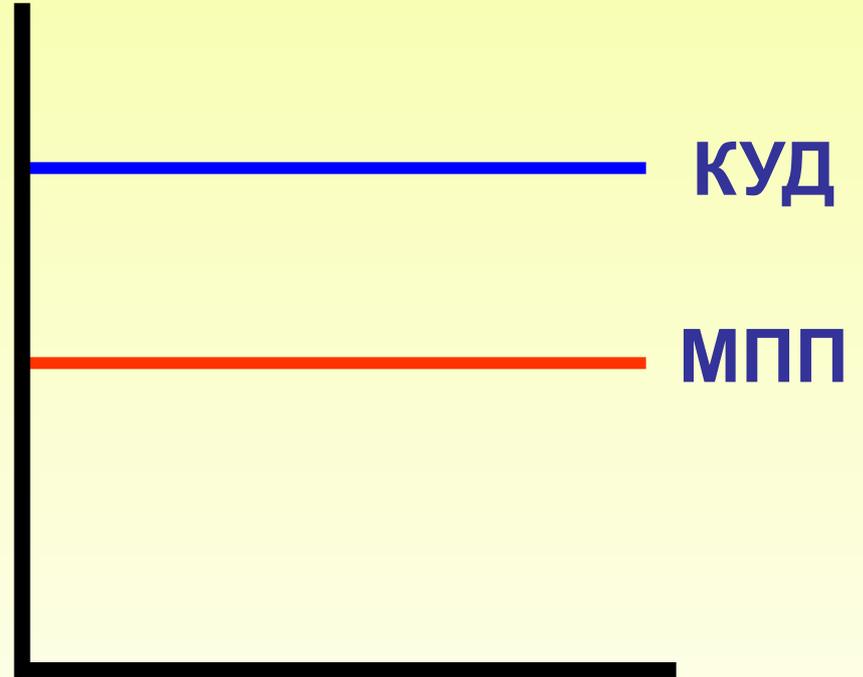
нарушение содержания Mg^{2+}

авитаминоз D

острый панкреатит

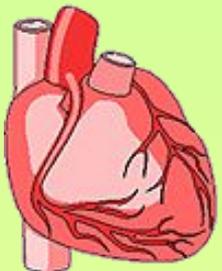


ВОЗБУДИМОСТЬ

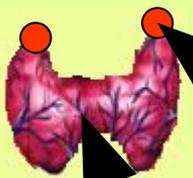


ГИПОКАЛЬЦИЕМИЯ

150 заболеваний



САД



гиперпаратиреозидизм
гипертиреозидизм

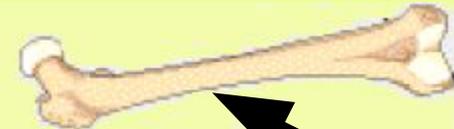
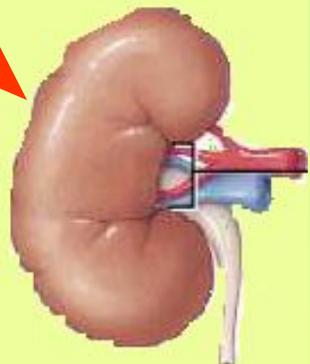
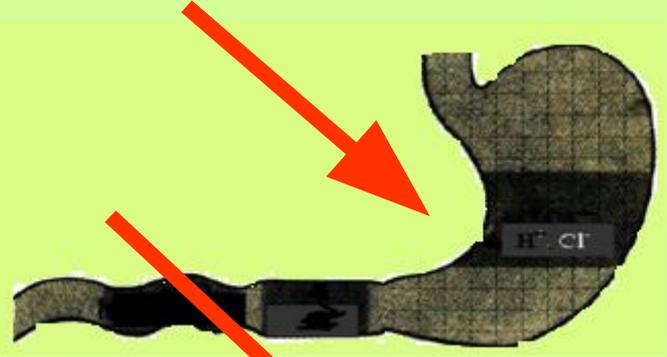


тетания

судороги

остановка дыхания

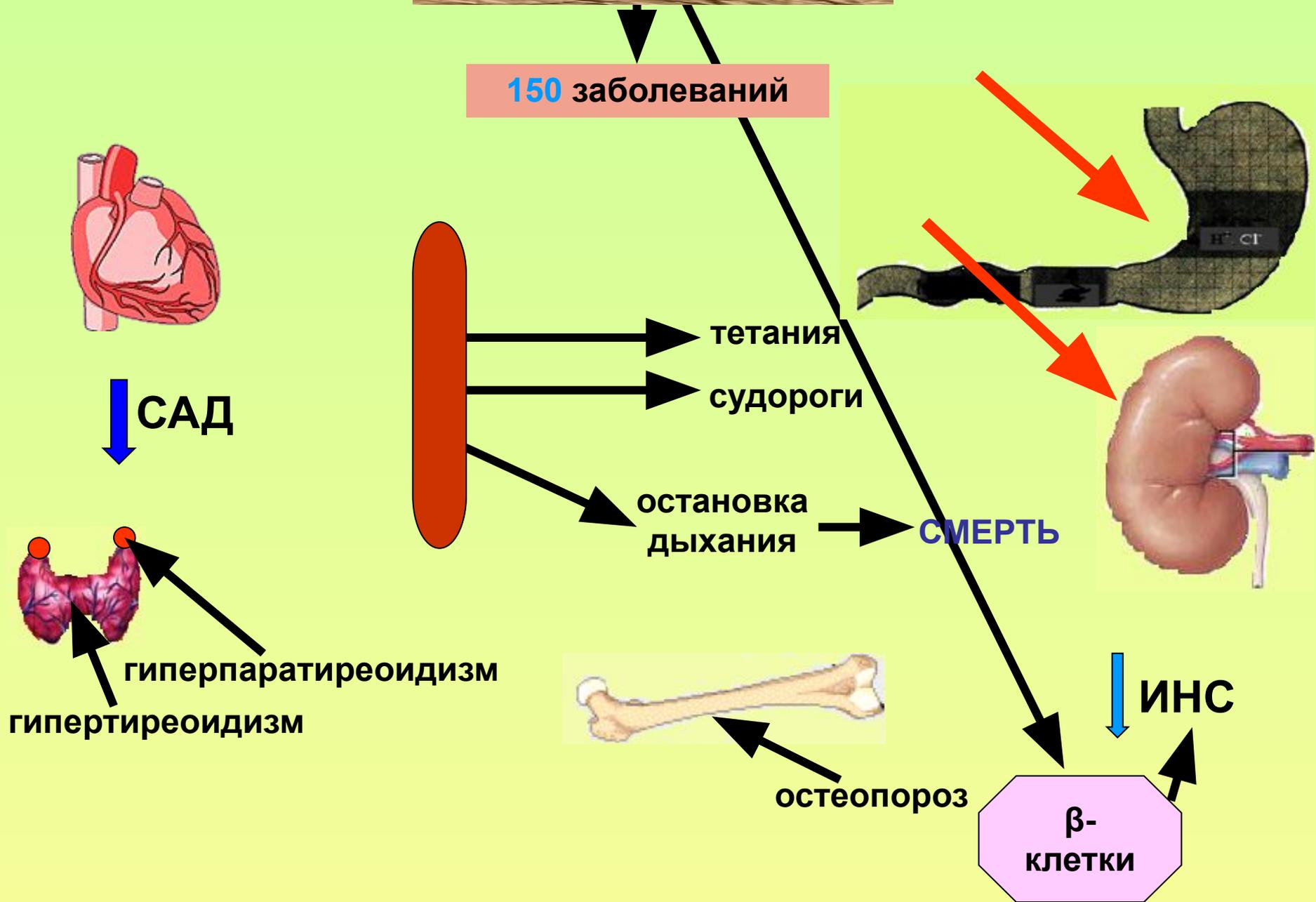
СМЕРТЬ



остеопороз

ИНС

β-клетки



Mg²⁺

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

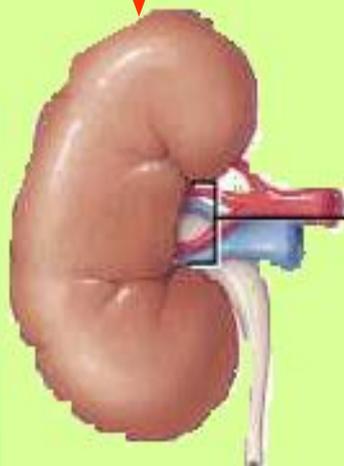
обладает антиоксидантной активностью. **Mg²⁺** помогает усвоению **Ca²⁺**,
P, K⁺, витаминов группы **B, C, E**

ГИПЕРМАГНИЙЕМИЯ

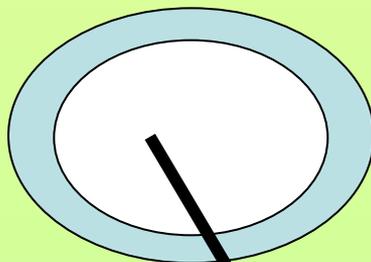
> 1,05 ммоль/л

Причины

**почечная
недостаточность**



**артериальная
гипертензия**



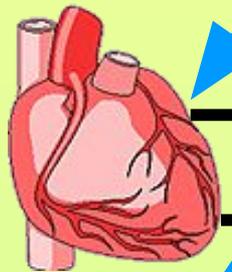
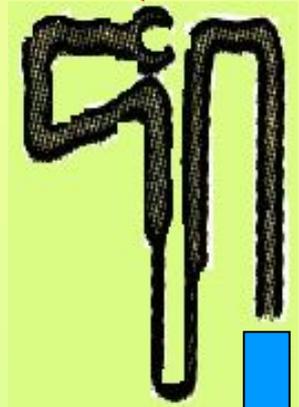
↑ САД

**хронические
инфекции**

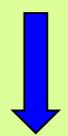
Нервно-мышечная возбудимость = $\sum \frac{\uparrow K + Na + HCO_3 + P}{\downarrow Ca + Mg + H}$



СКФ

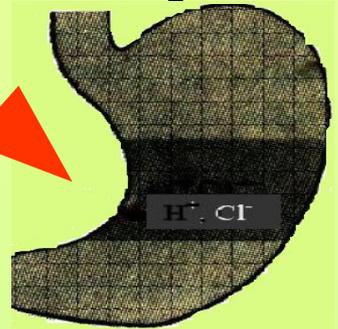
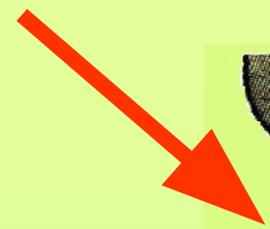


замедление проводимости
аритмии

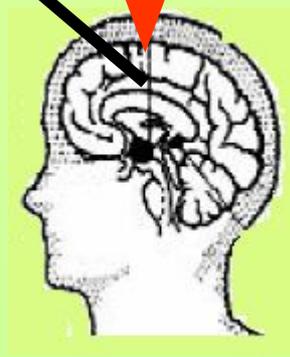


САД

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



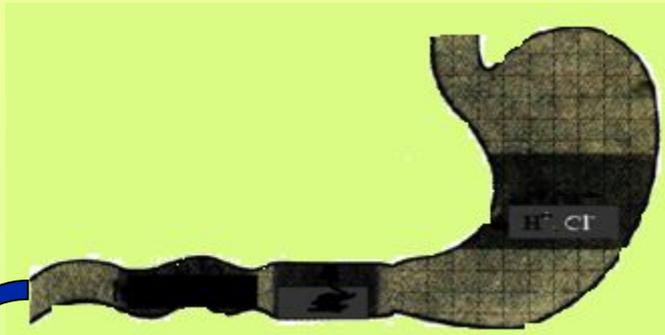
тошнота
рвота



ГИПОМАГНИЕМИЯ

< 0,75 ммоль/л

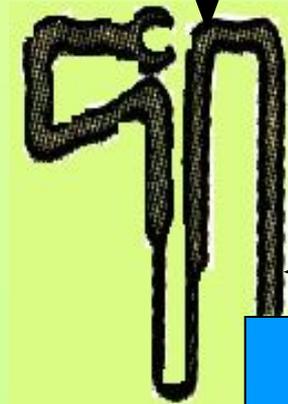
Причины



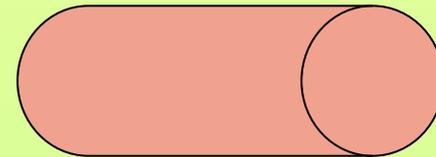
диарея

жидкости, не
содержащие **Mg²⁺**

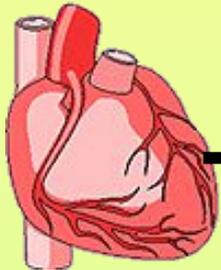
диуретики



полиурия



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



аритмии

 САД



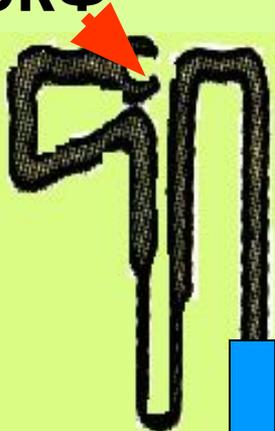
судороги
тетания
дрожь

спутанность
сознания,
беспокойство и
агрессивность

Отеки, асцит,
гидроторакс

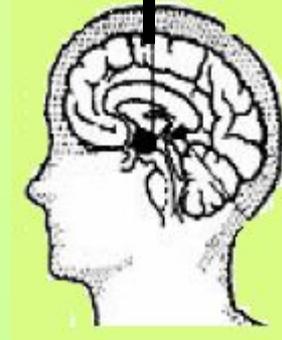
СКФ

ПГА₂



H₂O

Ca²⁺



Р

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. **Р** входит в структуру **ДНК, РНК**, обеспечивающих синтез белка

Р 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**

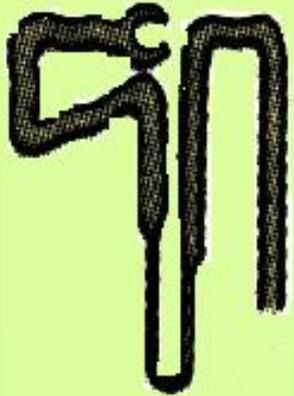
Р отводится ведущая роль в деятельности **ЦНС**

ГИПЕРФОСФАТЕМИЯ

> 1,46 ммоль/л

Причины

**почечная
недостаточность**

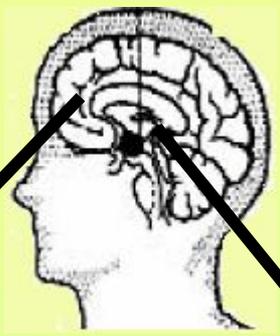
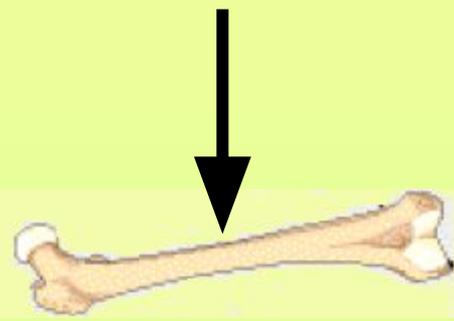


гипопаратиреоз



АЦИДОЗ

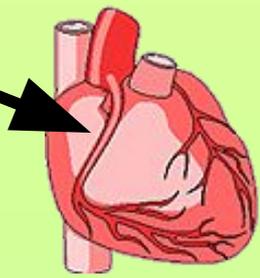
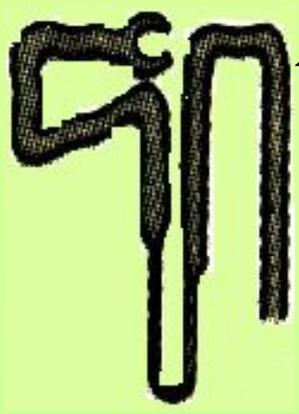
остеодистрофия



психические
расстройства

неврологические
расстройства

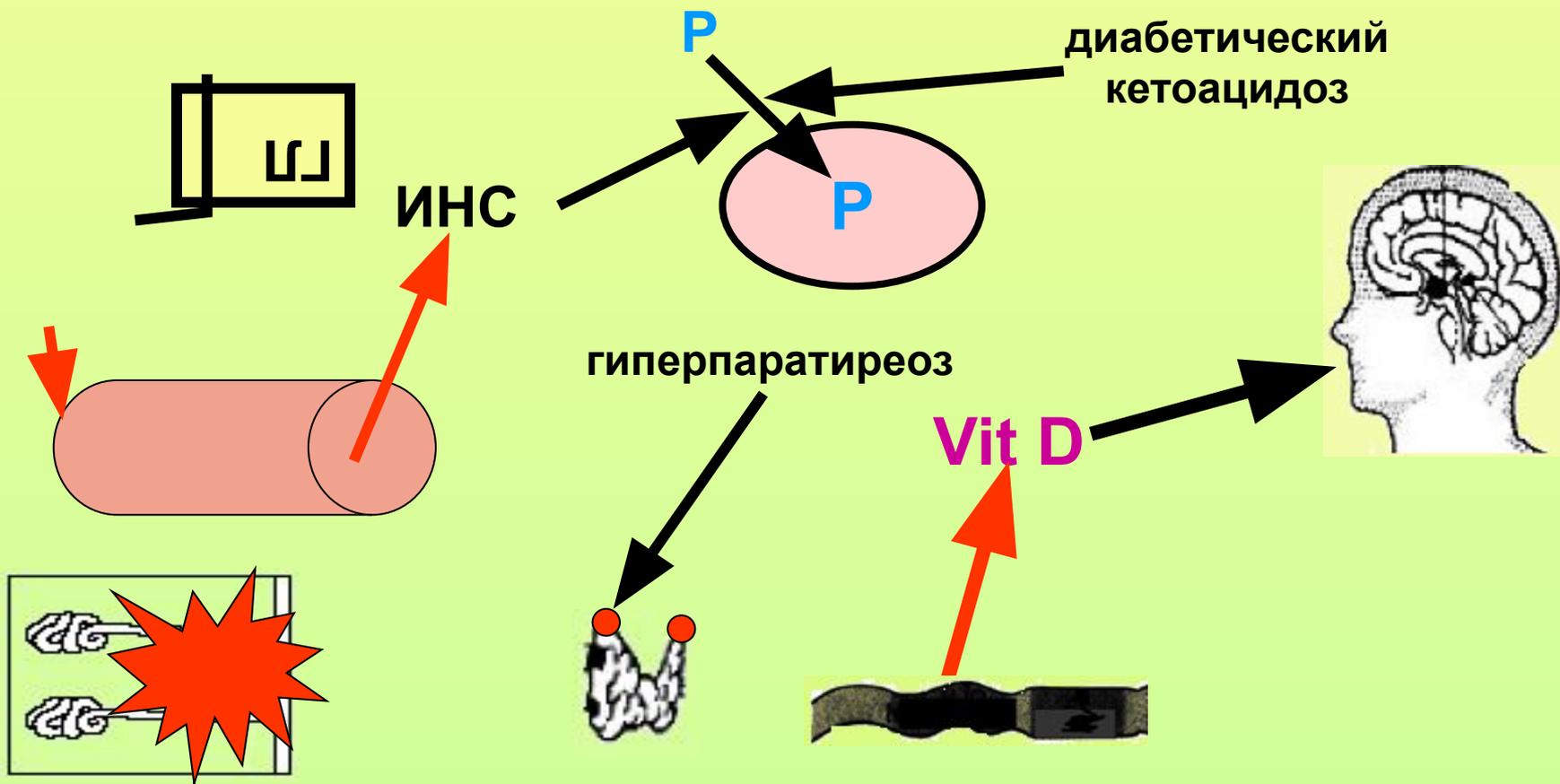
ОТЛОЖЕНИЕ

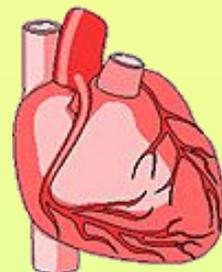
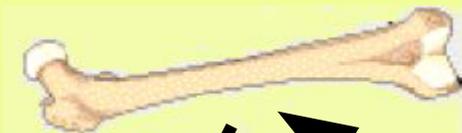


ГИПОФОСФАТЕМИЯ

< 0,81 ммоль/л

Причины





остеопороз

боли в костях

2,3 ДФГ

KNO_2

