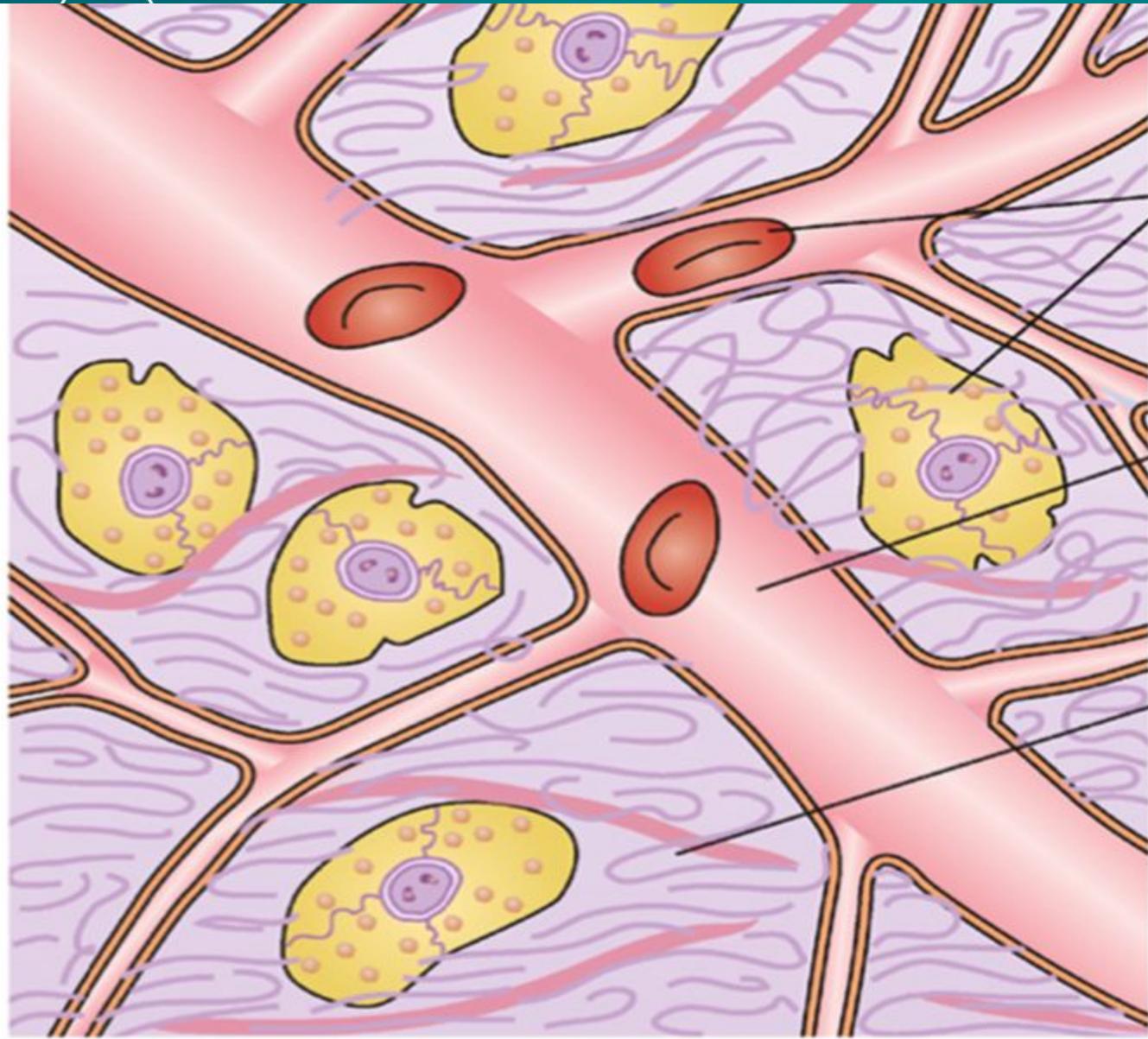


Острые нарушения водно- электролитного баланса



ОСНОВЫ ВОДНОГО ГОМЕОСТАЗА

- Вода составляет 40%-60% массы тела у взрослых. На количество воды влияет пол, возраст и количество жировой ткани.
- Большая часть воды (35-45 % массы тела) находится в середине клеток (интрацеллюлярная жидкость).
- Внеклеточная жидкость (экстрацеллюлярная) составляет 15-25 % от массы тела и делится на:
 - внутрисосудистую (5 %)
 - межклеточную (12-15 %)
 - трансцеллюлярную (1-3 %)



**Внутриклеточная
жидкость**

**Внеклеточная
жидкость (плазма)**

**Внеклеточная
(интерстициаль-
ная) жидкость**

Водный баланс

Поступление воды	Кол-во (мл)	Потери воды	Кол-во (мл)
Жидкости	550-1500	Почка	500-1400
Пища	700-1000	Кожа	450-900
Метаболическая вода	200-300	Легкие	350
		Фекалии	150
	1450-2800		1450-2800



Осмос

Движение воды через полупроницаемую мембрану из области с более низкой концентрацией вещества в область высокой его растворенного вещества.



Физиология водного баланса

- Осмоляльность - количество осмотически активных частиц в 1000 г раствора (единица измерения – мосм/кг) воды в измерения –
- Осмолярность - количество осмотически активных частиц в единице раствора (единица измерения – мосм/л) объема

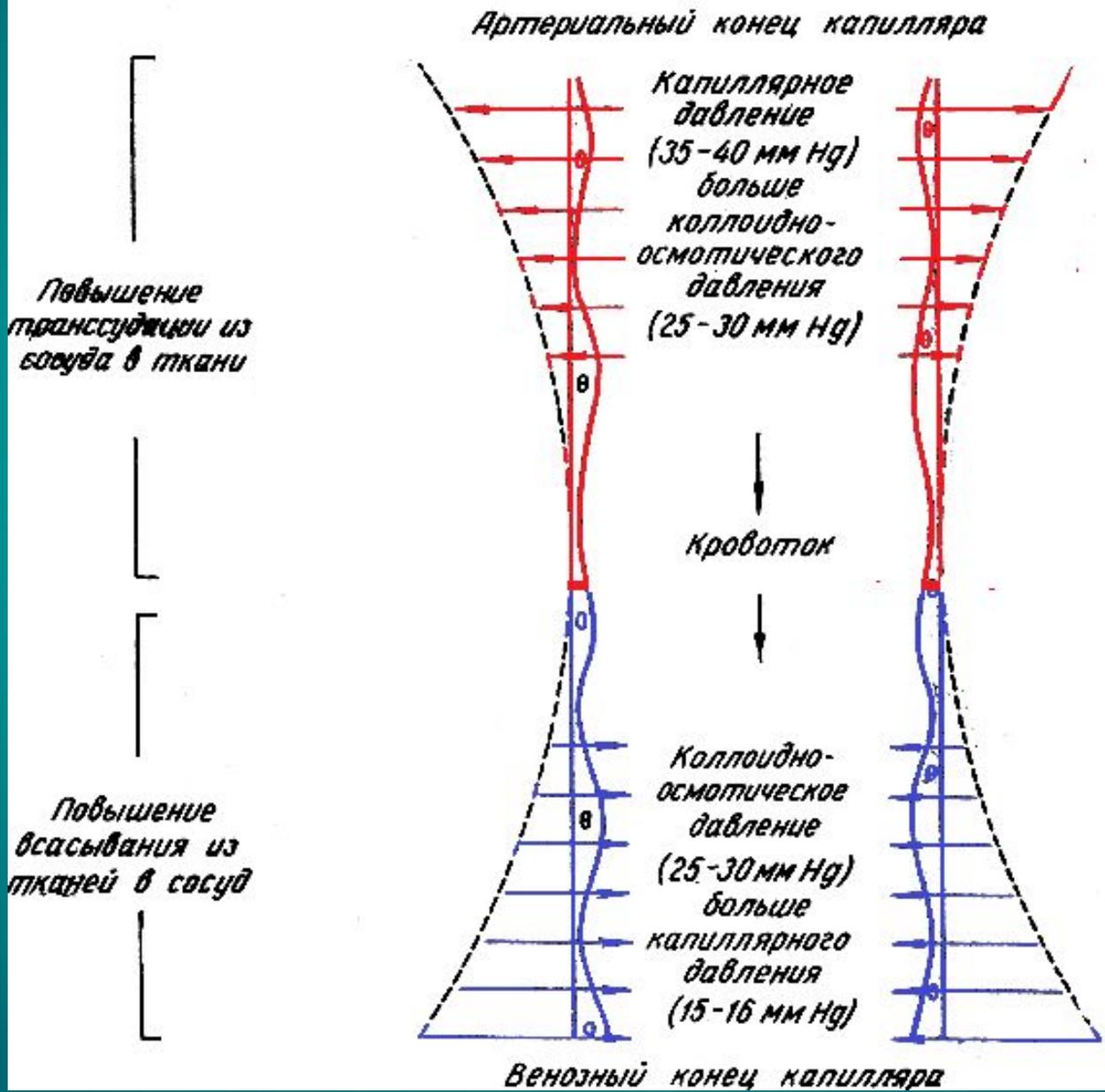
Осмолярность плазмы

- Истинная осмолярность - 285 ± 5 мосм/кг H₂O
- Компенсированная осмолярность – от 280 до 310 мосм/кг H₂O
- Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление - от 18 до 25 мм рт. ст.
- Расчет осмолярности плазмы:
$$\text{Осм.пл.} = 1,8 \cdot [\text{Na}^+] + [\text{глюкоза}] + [\text{мочевина}] + 5$$



Физиология водного обмена

- Клеточные мембраны свободно проницаемые для воды, но не проницаемые для многих растворимых веществ, поэтому движение жидкости между внутриклеточным и внеклеточным пространствами возникает по осмотическому градиенту, который создаётся осмотически активными веществами.
- По закону изоосмомолярности вода перемещается через биологические мембраны в сторону более высокой концентрации растворённых веществ. Растворённые вещества свободно проникают через мембраны и не влияют на движение воды.
- Обмен воды между сосудами и тканями осуществляется по механизму Е.Старлинга: через стенки капилляров легко перемещается вода, электролиты, некоторые органические соединения, но плохо транспортируются белки





Физиология



- **Водно-электролитный обмен характеризуется постоянством, которое поддерживается нервными, эндокринными механизмами, а также осмотическими и электрическими силами. Основным показателем его является водный баланс.**
- **Важнейшим условием постоянства водных клеточных сред является их изотоничность.**
- **Величина катионных зарядов должна равняться величине анионных зарядов как в середине клеток, так и вне их.**



Физиология



- Однако в биологических объектах превалирует внутриклеточный потенциал. При этом также сохраняется разница потенциалов как между клеткой и внешней средой, на уровне 80 мВ, так и между отдельными элементами самой клетки (ядро, протоплазма и оболочка или мембрана)
- Сохранение разности потенциалов является одним из основных свойств клетки, которая обеспечивает возможность осуществлять метаболические процессы и её специфические функции.



Физиология



- Анионы, которые находятся в середине клетки, поливалентные, большие и не могут свободно проникнуть через клеточную мембрану. Единым катионом, для которого клеточная мембрана проницаемая, является калий.
- Натрий является внеклеточным катионом, что обусловлено низкой способностью проникать через клеточную мембрану и наличием особенного механизма вытеснения его из клетки с помощью натриевого насоса.

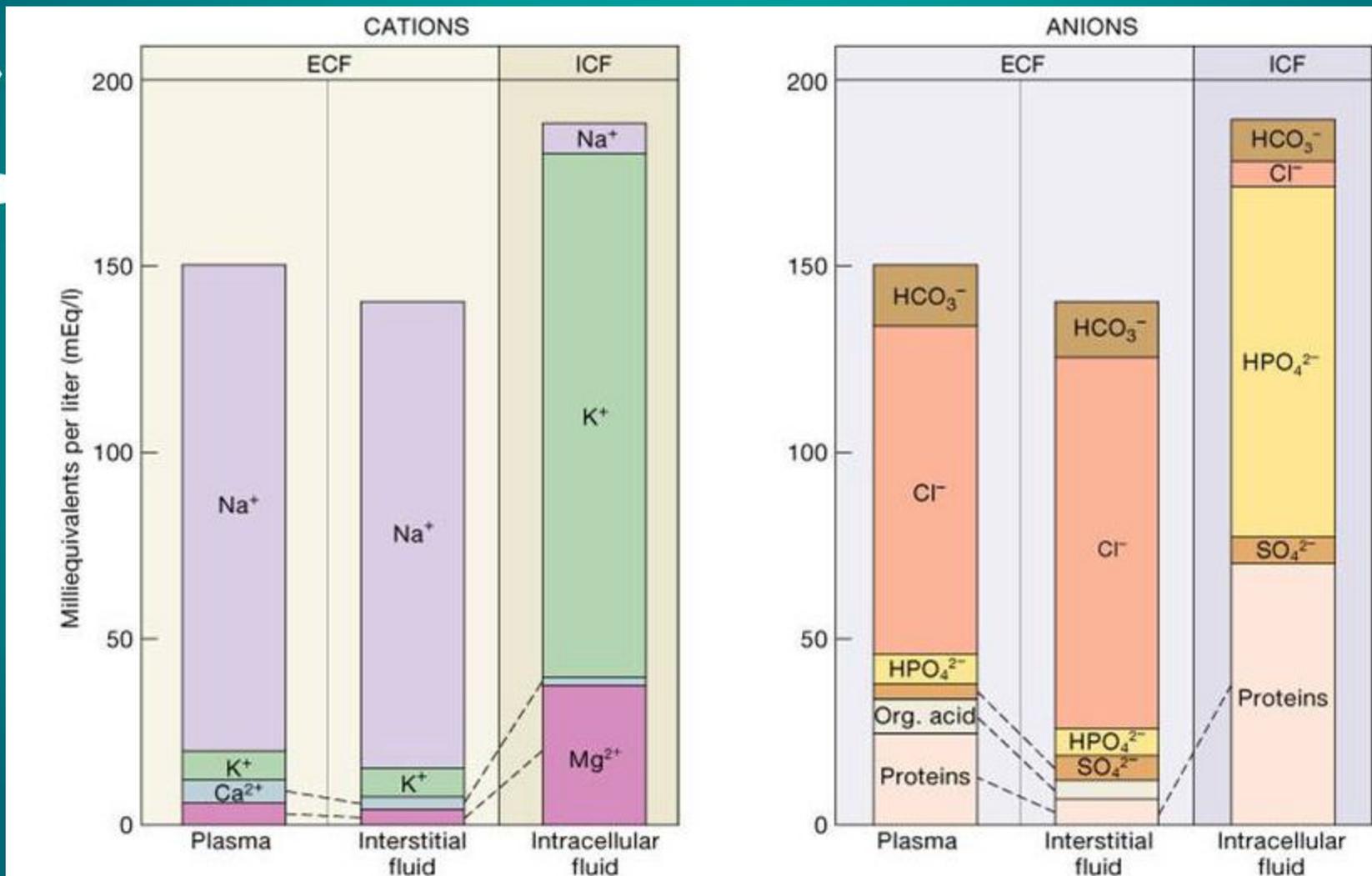


Физиология



- Анион хлора также является внеклеточным компонентом, но его способность проникать через клеточную мембрану относительно высокая.
- Энергия натриевого насоса, который является специфическим свойством клеточной мембраны, обеспечивается АТФ и направлена на выталкивание натрия из клетки. Эта ж энергия способствует движению калия в середину клетки.

Катионы и анионы



Механизмы задержки в организме натрия и воды

Уменьшение ОЦК,
дефицит Na,
Активация РААС

Увеличение ОЦК

АДГ

Альдостерон

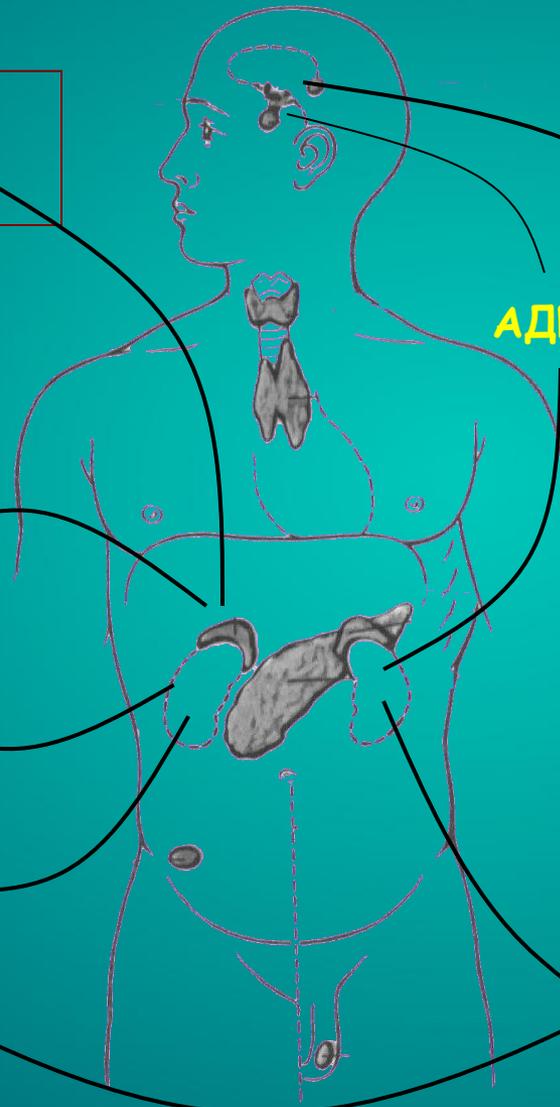
Увеличение
реабсорбции Na

Раздражение
осморецепторов

Увеличение
содержания Na
в крови

- Увеличение реабсорбции воды
- Вазоконстрикция

Осмотический порог
секреции АДГ составляет
280-290 мосм/кг.



МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ

Раздражение рецепторов
приводящей артериолы
почки
(при уменьшении
почечного
кровотока, кровопотере)

Раздражение натриевых
рецепторов плотного
пятна
юктагломерулярного
комплекса
(при дефиците натрия)

Уменьшение объема
внеклеточной
жидкости

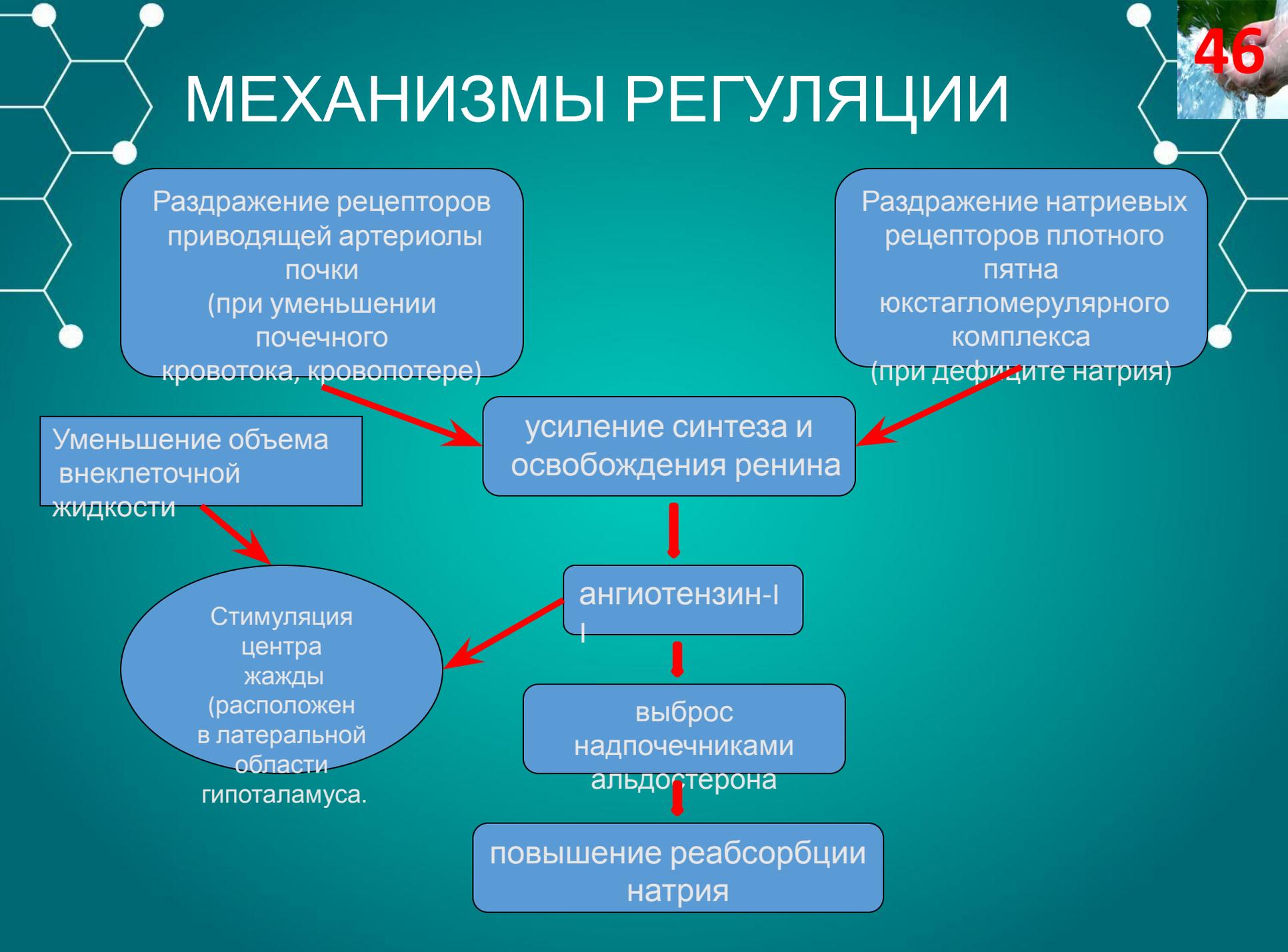
усиление синтеза и
освобождения ренина

Стимуляция
центра
жажды
(расположен
в латеральной
области
гипоталамуса.

ангиотензин-I

выброс
надпочечниками
альдостерона

повышение реабсорбции
натрия



РААС

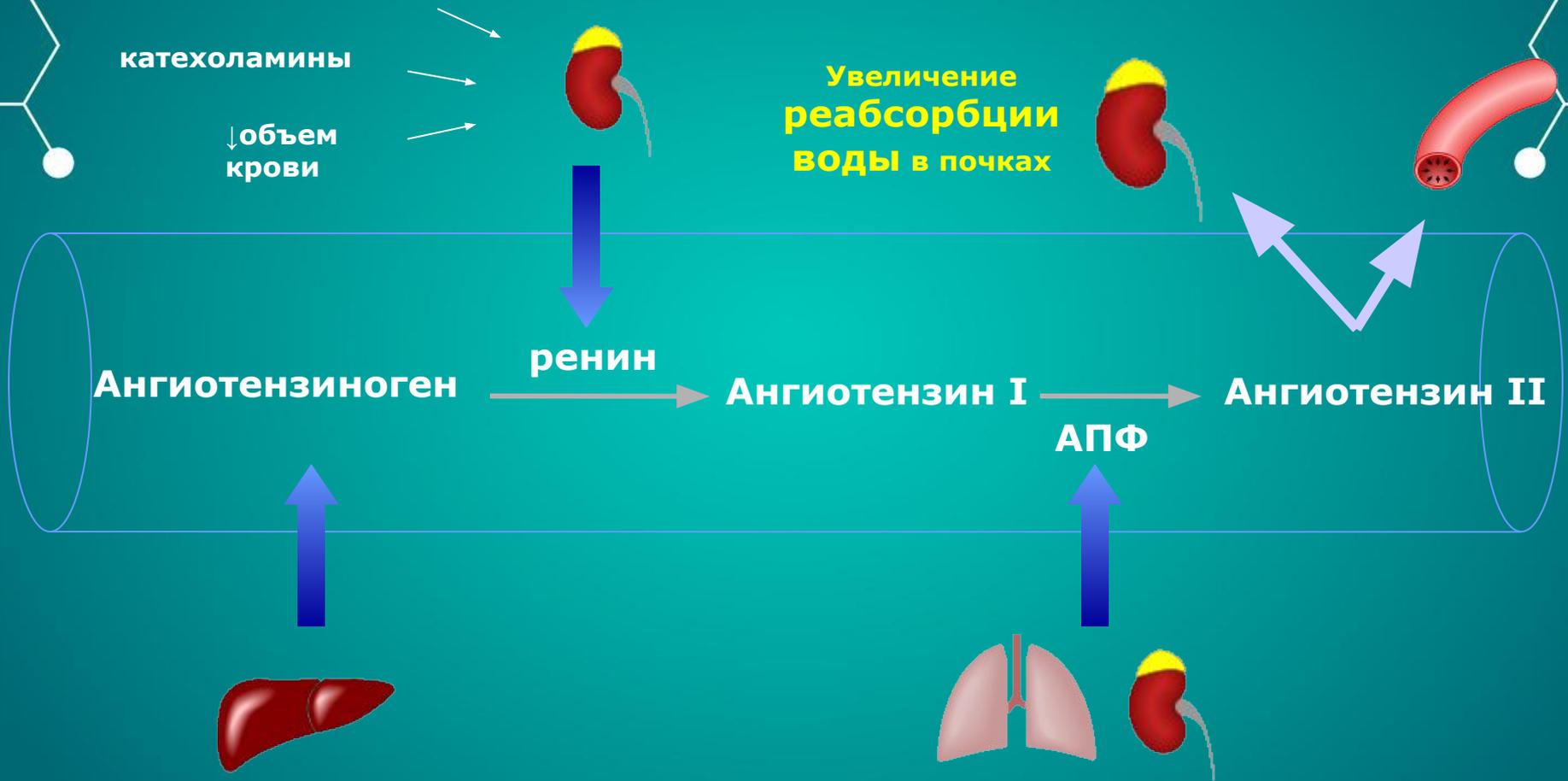
↓ артериальное давление

катехоламины

↓ объем крови

вазоконстрикция

Увеличение реабсорбции ВОДЫ в почках



Ангиотензиноген

ренин

Ангиотензин I

АПФ

Ангиотензин II

Механизмы выведения воды из организма

Увеличение ОЦК,
увеличение АД

Уменьшение ОЦК,
уменьшение АД

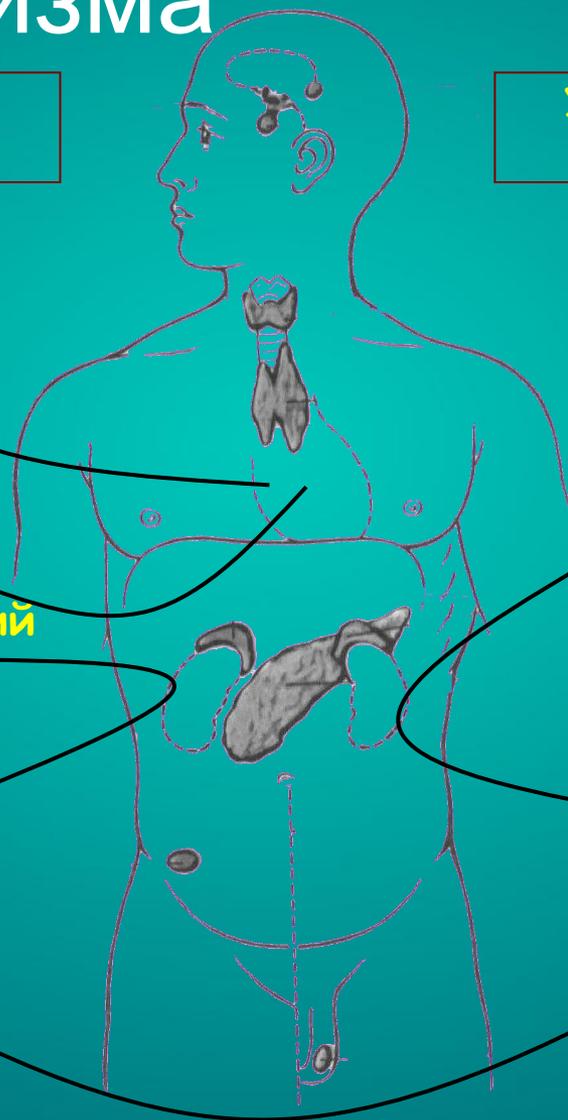
Предсердный
натрийуретический
фактор

Увеличение
потери воды

• Уменьшение
реабсорбции Na

• вазодилатация

Уменьшение
содержания Na
в крови





Классификация



1. Дегидратация (дефицит жидкости):

- гиперосмолярная
- изосомолярная
- гипоосмолярная

2. Гипергидратация (избыток жидкости):

- гиперосмолярная
- изосомолярная
- гипоосмолярная

Причины гиперосмолярной дегидратации

1. Недостаточное потребление воды
2. Полиурия (потери гипотонической мочи)
3. Экстраренальные потери воды



Характеристики гиперосмолярной дегидратации



1. Потери воды преобладают над потерями электролитов (в первую очередь натрия);
2. Вода перемещается из внутриклеточного сектора во внеклеточный (тяжелая внутриклеточная дегидратация);
3. Компенсация: секреция АДГ;
4. Сильная жажда

ЛЕЧЕНИЕ ГИПЕРТОНИЧЕСКОЙ ДЕГИДРАТАЦИИ:

Дефицит воды рассчитывается по формуле:

$$c(\text{Na}_{\text{пл}}) - 142$$

$$\text{дефицит воды, л} = \frac{\quad}{142} \times 0,6 \times \text{массы тела, кг,}$$

где $c(\text{Na}_{\text{пл}})$ - концентрация Na в плазме крови больного, ммоль/л; 142 - концентрация Na в плазме крови, ммоль/л в норме; 0,6 (60%) - содержание всей воды в организме по отношению к массе тела, л.



Причины изоосмолярной дегидратации



1. Острая потеря жидкости из ЖКТ:

- неукротимая рвота
- профузная диарея

2. Потеря крови или плазмы:

- ожоговая болезнь
- массивная кровопотеря

ЛЕЧЕНИЕ

Раствор Рингера-Локка.

При преимущественных потерях плазмы крови, кроме кристаллоидных растворов, переливают плазму (ожоговая болезнь), желательно после проведения срочной регидратации.

Скорость переливания растворов в 1-й час регидратации может достигать 100-200 мл/мин, затем ее уменьшают до 30-20 мл/мин.



Причины гипоосмолярной дегидратации

1. Хроническая потеря электролитов из ЖКТ :
 - пилоростеноз
 - рвота
2. Продолжительное интенсивное потоотделение
3. Гипоальдостронизм
4. Повышенная потеря электролитов с мочой



Характеристики гипоосмолярной дегидратации



1. Потери электролитов преобладают над потерями воды;
2. Вода перемещается из внеклеточного во внутриклеточное пространство (внутриклеточный отек);
3. Тяжелая гиповолемия (низкое АД, тахикардия)
4. Важнейший механизм компенсации: секреция альдостерона
5. Отсутствие жажды

ЛЕЧЕНИЕ

74

при значительном дефиците Na возмещение половины дефицита осуществляется 1 ммоль/л (5,8%) раствора натрия хлорида, а при наличии ацидоза коррекцию дефицита Na проводят 4,2% раствором натрия гидрокарбоната.

Расчет необходимого количества Na производим по формуле:

половина дефицита Na, ммоль/л = $\frac{1}{2} [142 - c(\text{Na})] \times 0,2 \times$

массу тела, кг,

где $c(\text{Na})$ - концентрация Na в плазме крови больного, ммоль/л;

142 - концентрация Na в плазме крови в норме, ммоль/л, 0,2 -

содержанке внеклеточной воды, л от массы тела,



Причины гиперосмолярной гипергидратации

1. Инфузия гипертонических растворов;
2. Питье морской воды;
3. Гиперальдостронизм:
 - первичный (синдром Конна);
 - вторичный (печеночная недостаточность, ХСН)
4. Почечная недостаточность

Характеристики гиперосмолярной гипергидратации

1. Тяжелая гиперволемия;
2. Вода выходит из клеток (внутриклеточная дегидратация – тяжелейшая жажда);
3. Повышение ОЦК и АД → сердечная недостаточность
4. Отек мозга → центральные нарушения (бред, возбуждение)



ЛЕЧЕНИЕ



Использование лечебных мероприятий и лекарственных средств, обеспечивающих удаление из организма как солей, так и воды (введение диуретиков, салуретиков, ингибиторов альдостерона и/или ангиотензина-П), а также ослабляющих психоэмоциональное напряжение (назначение нейротропных, седативных средств, фитоадаптогенов и др.).



Причины гипоосмолярной гипергидратации



1. Инфузия гипотонических растворов;
2. Питье дистиллированной воды (водное отравление);
3. Повышенная продукция АДГ (синдром Пархона)

ЛЕЧЕНИЕ

При угрозе развития отека мозга - внутривенно 500 мл 3% раствора натрия хлорида первые 6-12 ч с последующим повторением введения такой же дозы этого раствора в течение суток. Рекомендуется также введение 5% раствора натрия хлорида.

Методом выбора ИТ гипертонической гипергидратации является ультрафильтрация.

При синдроме неадекватной секреции вазопрессина назначают ингибиторы секреции вазопрессина: карбонат лития (0,9 г/сут), димеклоциклин (600-1200 мг/сут).

Нарушения обмена натрия

НАТРИЙ (140 ммоль/л)

ГИПОНАТРИЕМИЯ

Причины:

↓ поступления с пищей
↓ секреции альдостерона
многократная рвота
недостаточность
Диарея
разжижение крови

Последствия:

↓ нервно-мышечной возбудимости
↓ АД
тахикардия

ГИПЕРНАТРИЕМИЯ

Причины:

↑ поступления с пищей
↑ секреции альдостерона
почечная

Последствия:

↑ АД
лихорадка

Нарушения обмена калия

ГИПОКАЛИЕМИЯ

Причины:

↓ поступления с пищей
↑ секреции альдостерона
Диарея
многократная рвота
длительный прием
глюкокортикоидов
прием ртутных диуретиков

Последствия:

↓ нервно-мышечной
возбудимости до парезов и
Параличей
↓ АД
ЭКГ: удлинение p-Q и Q-T,
↓ вольтажа T
алкалоз

ГИПЕРКАЛИЕМИЯ

Причины:

↓ секреции альдостерона
почечная недостаточность
распад ткани
ацидоз

Последствия:

брадикардия
остановка сердца в диастоле
ЭКГ: ↑ зубца T

Список литературы

- В.Д. Малышев “Кислотно-основное состояние и водно-электролитный баланс в интенсивной терапии”; Москва, “Медицина” 2009г.
- Мима М. Горн, Урсула Хейтц “Водно-электролитный баланс и кислотно-основной баланс”; перевод “Невский диалект” – “Издательство БИНОМ”, СПб-М 2005 г.
- Анестезиология и реаниматология . А.А.Бунятян, Г. А.Рябов, А.З.Маневич