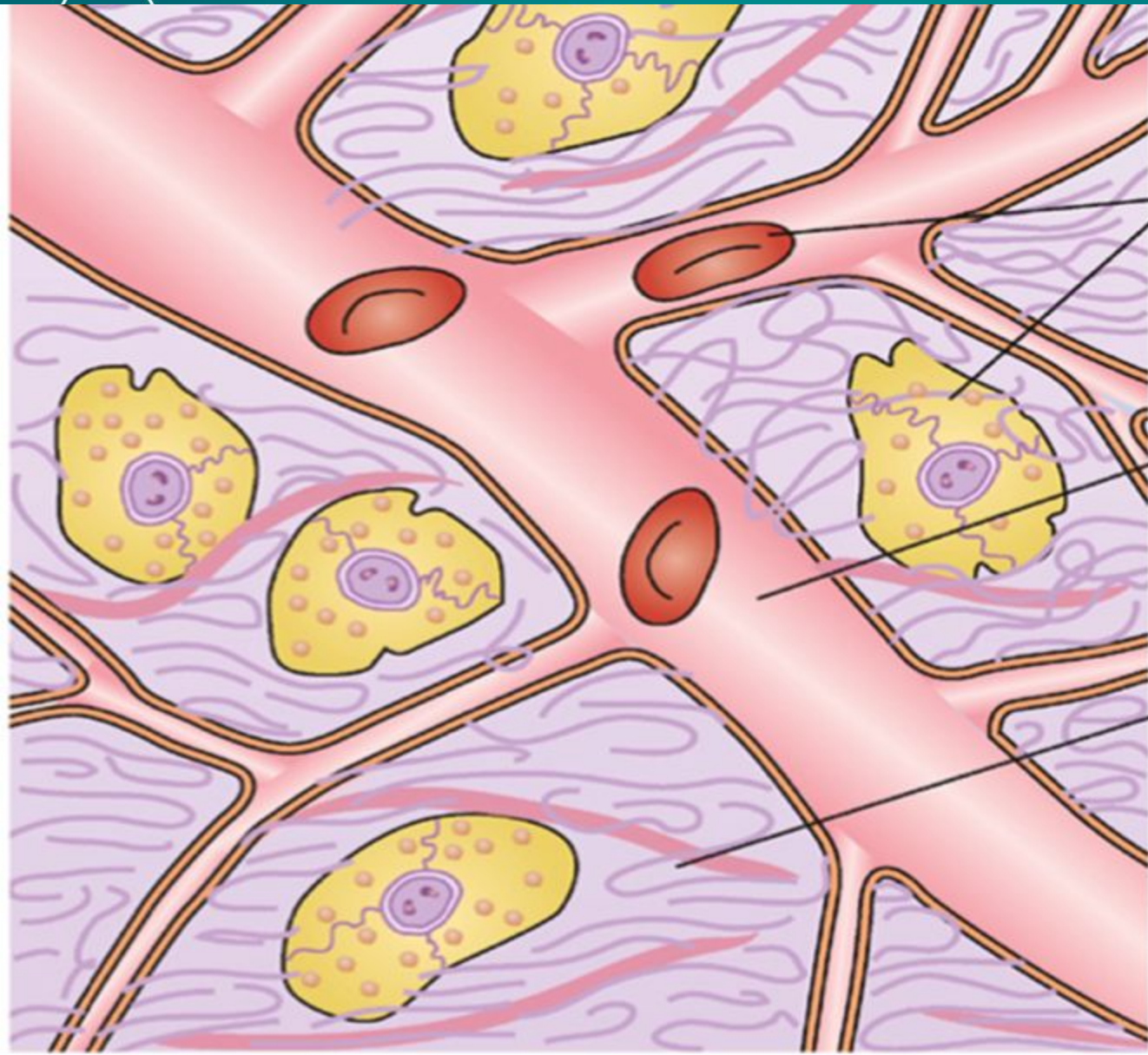


# Острые нарушения водно- электролитного баланса



# 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

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



# Осмос

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





# 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 -  $285 \pm 5$  мосм/кг H<sub>2</sub>O
- Компенсированная осмолярность – от 280 до 310 мосм/кг H<sub>2</sub>O
- Коллоидно-осмотическое (онкотическое) давление - от 18 до 25 мм рт. ст.
- Расчет осмолярности плазмы:

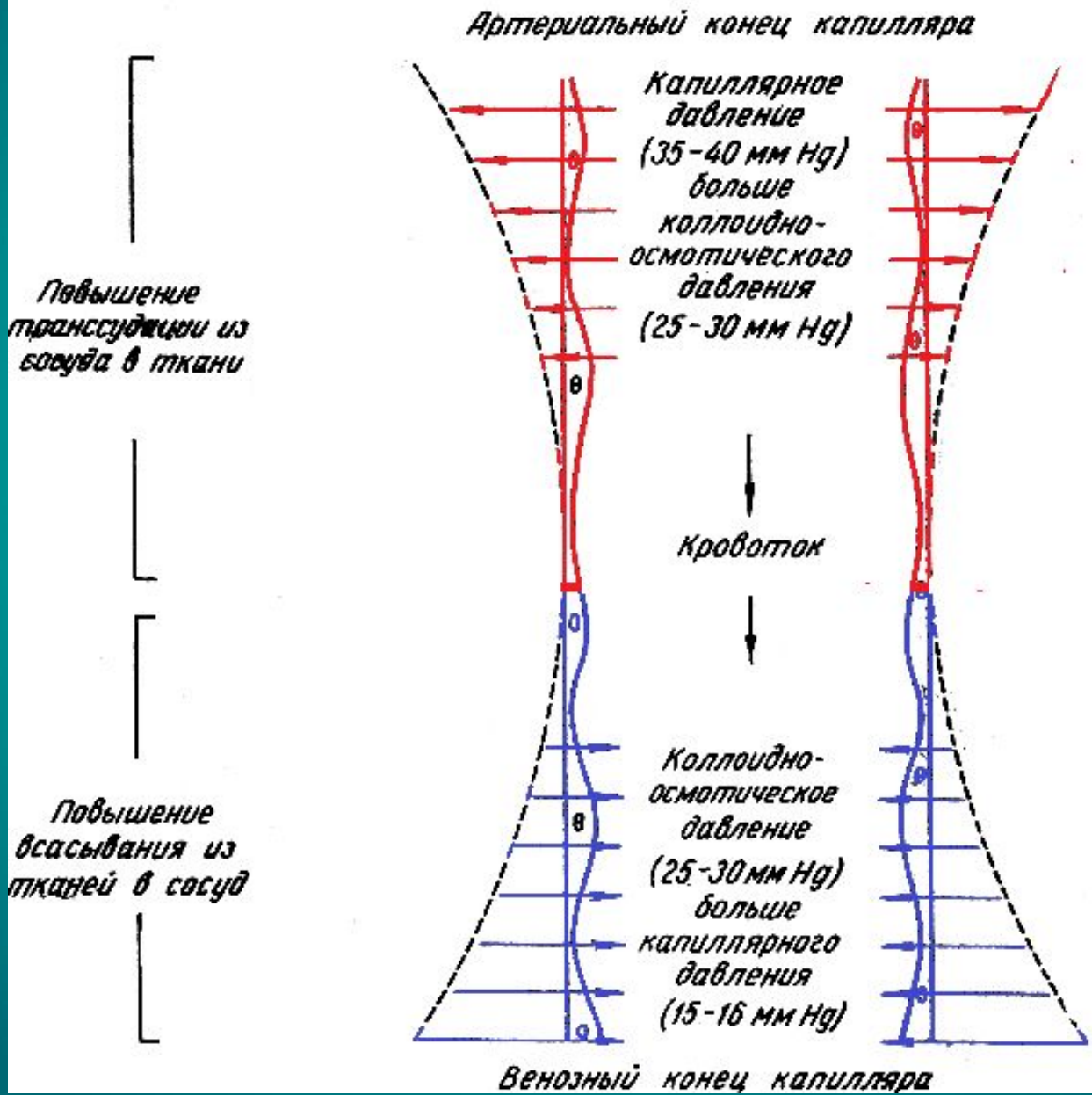
$$\text{Осм.пл.} = 1,8 \cdot [\text{Na}^+] + [\text{глюкоза}] + [\text{мочевина}] + 5$$





# 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.



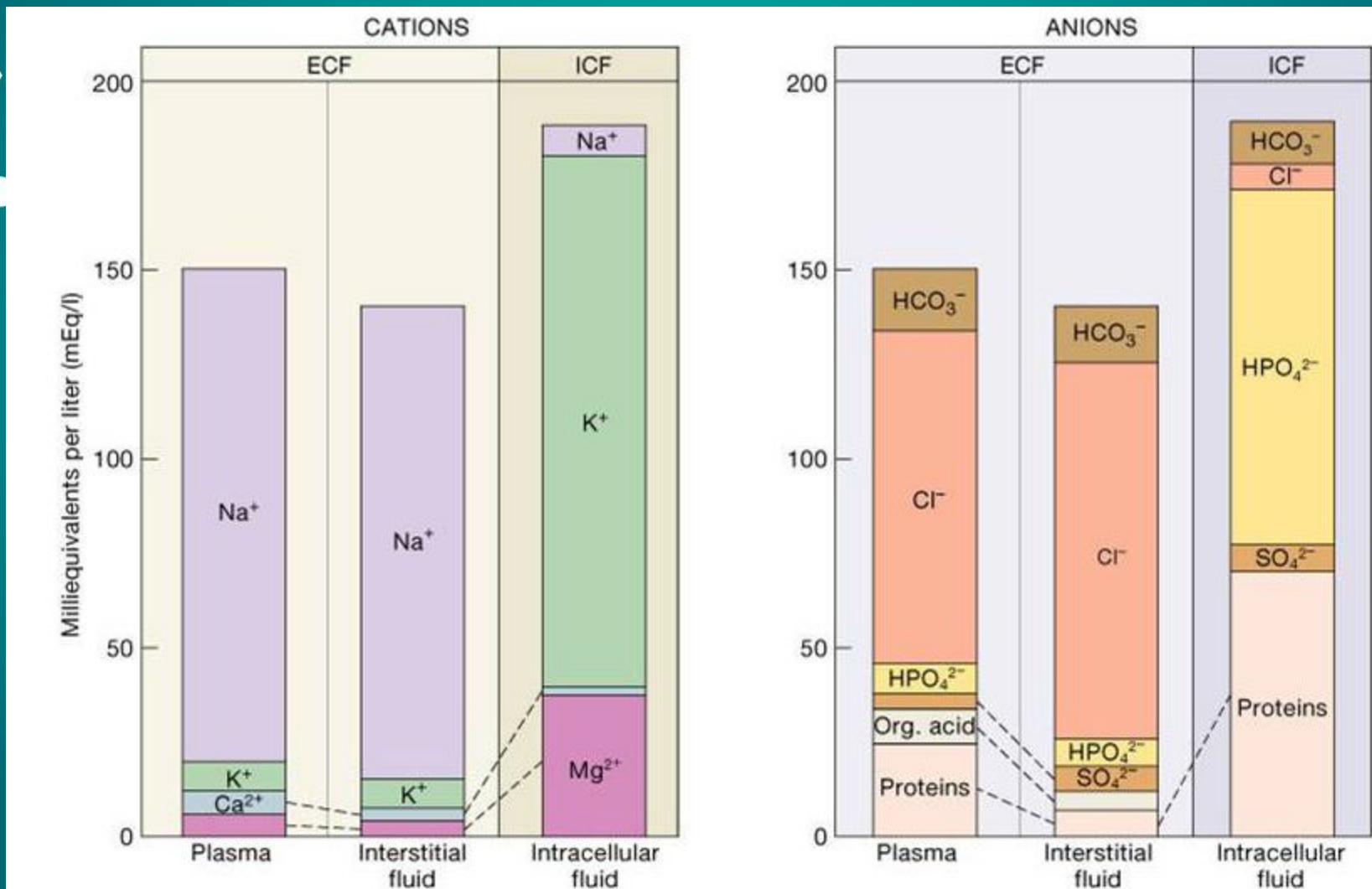


# Физиология



- 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

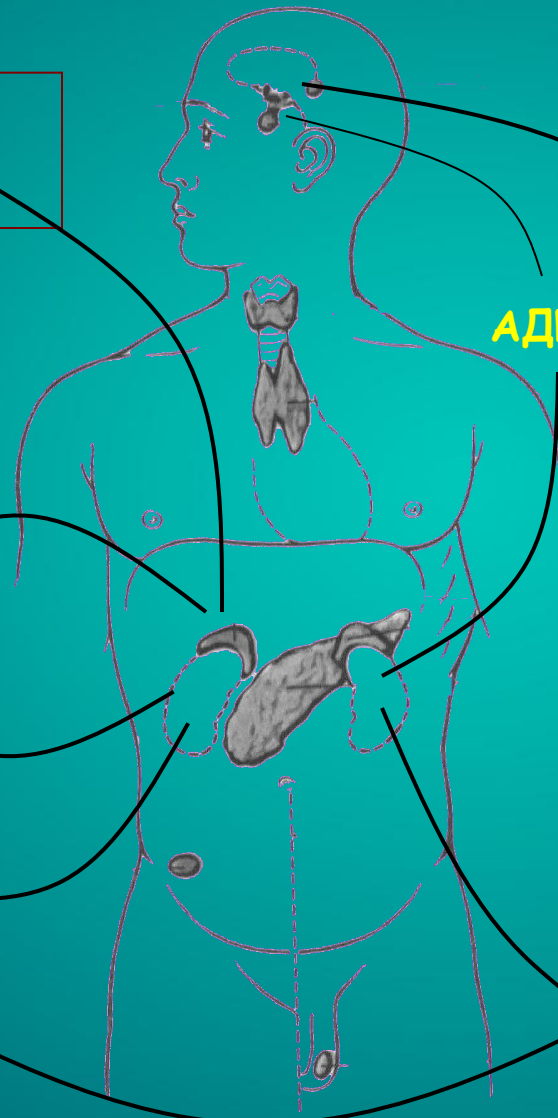
Увеличение  
реабсорбции Na

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

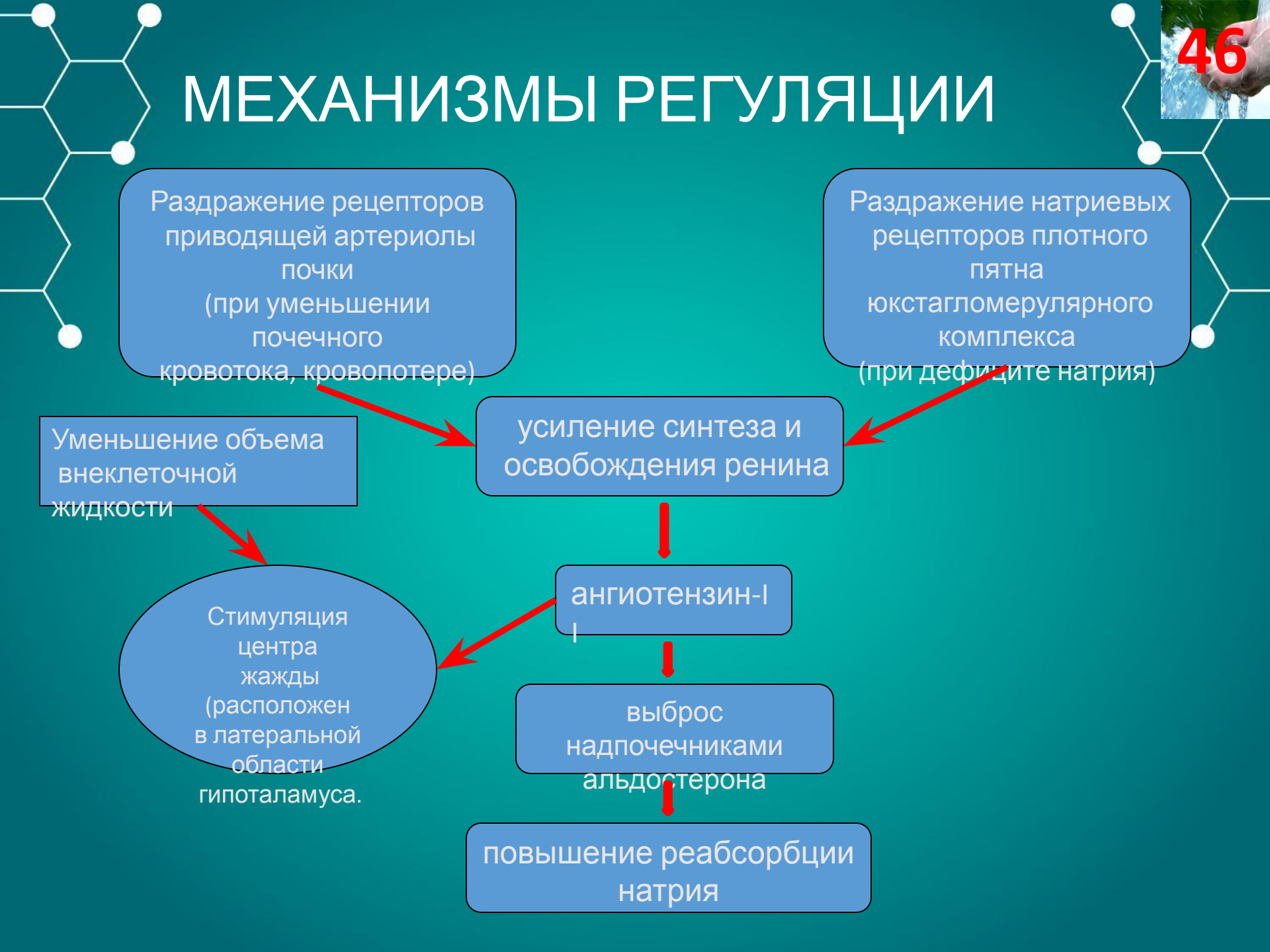
усиление синтеза и  
освобождения ренина

Стимуляция  
центра  
жажды  
(расположен  
в латеральной  
области  
гипоталамуса.

ангиотензин-I

выброс  
надпочечниками  
альдостерона

повышение реабсорбции  
натрия



# РААС

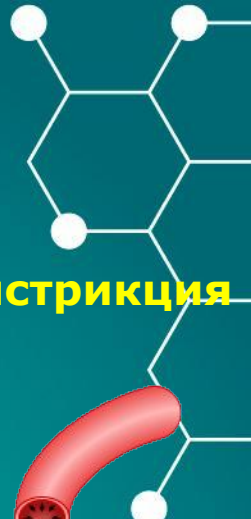
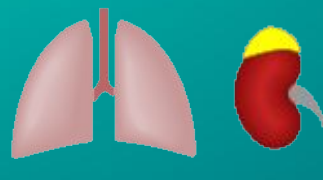
↓ артериальное давление

катехоламины

↓ объем крови

Увеличение реабсорбции ВОДЫ в почках

вазоконстрикция





# Механизмы выведения воды из организма

Увеличение ОЦК,  
увеличение АД

Уменьшение ОЦК,  
уменьшение АД

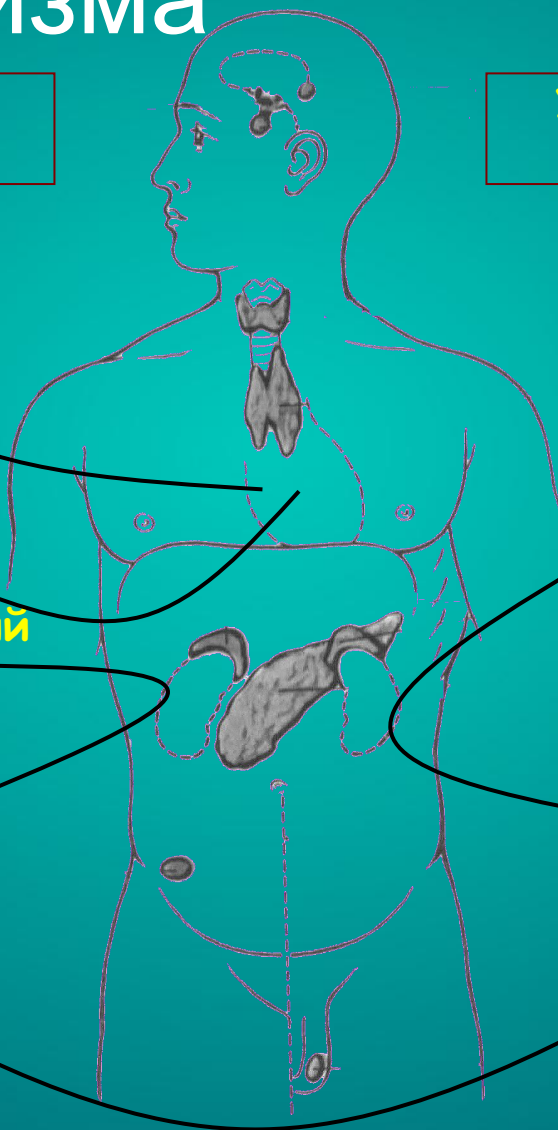
Предсердный  
натрийуретический  
фактор

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

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