

Нарушения водно- электролитного обмена



Вода по относительной массе является основным веществом, из которого состоит организм человека.

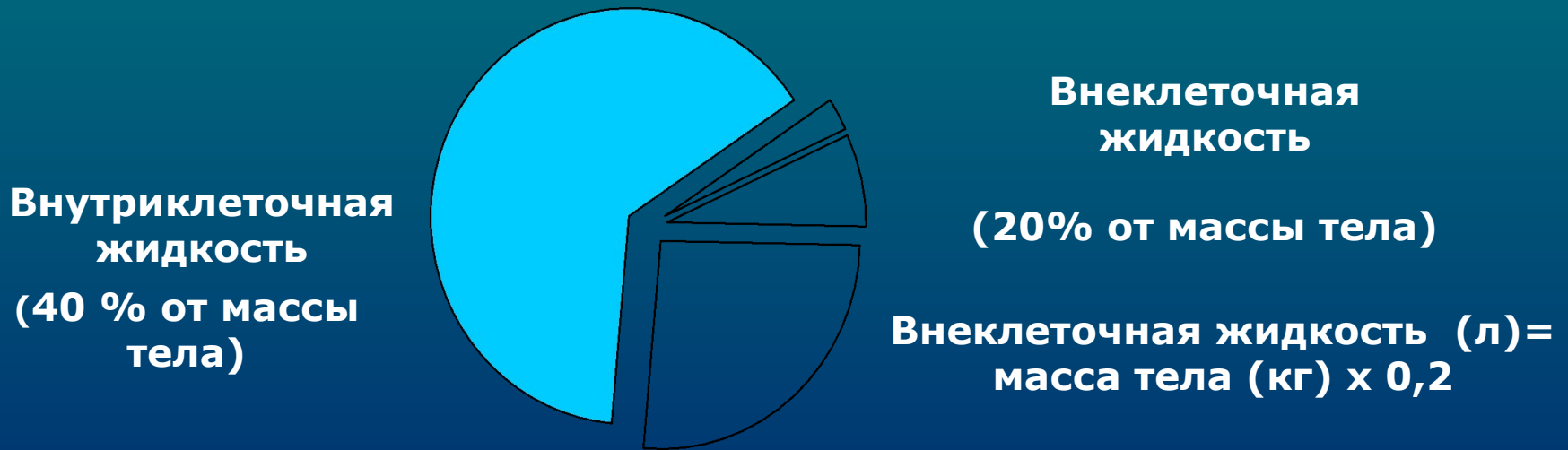
Общая вода организма (ОВО):

- **у новорожденного ребёнка - до 80%,**
- **у взрослого человека:**
 - **до 55-60% от массы тела**

**ОВО (л) для взрослого =
масса тела(кг) X 0,6 (мужчины) или на
0,5 (женщины)**



Содержание воды в организме в различных отсеках организма

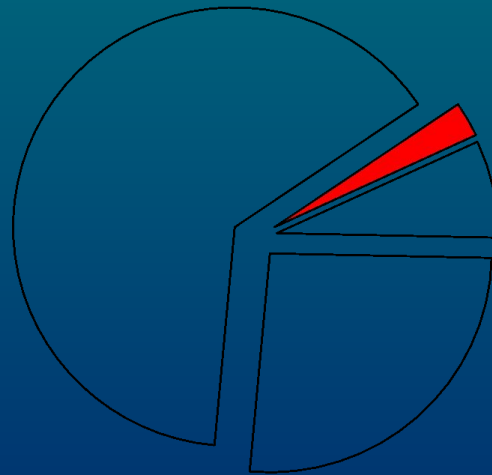


Вода в клетках находится в связанном виде с коллоидными структурами и в свободном виде (т.н. мобильная вода клеток).

При различных патологических состояниях может формироваться **гипергидратация** (отек клетки) или **дегидратация**. Эти изменения происходят чаще за счет изменения объема мобильной воды клеток. Движущей силой изменения объема внутриклеточной воды является **изменение осмолярности внеклеточной жидкости**. Основные осмотически активные вещества – **ионы натрия, глюкоза, белки**.



Содержание воды в организме в различных отсеках организма



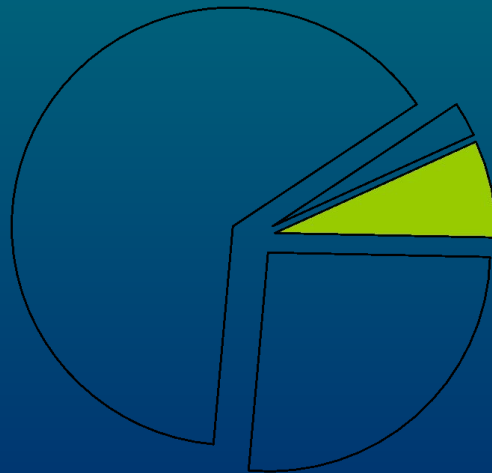
Трансцеллюлярная
жидкость — 1 л

(0,5-1,0% от массы тела)

К трансцеллюлярным жидкостям относятся пищеварительные соки, содержимое почечных канальцев, синовиальная, суставная и спинномозговая жидкости, камерная влага глаз и др.



Содержание воды в организме в различных отсеках организма



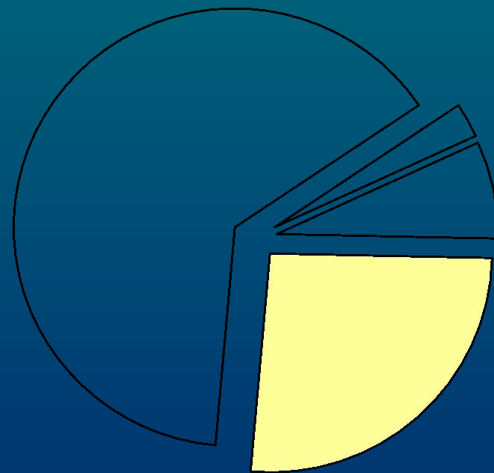
**Жидкость
циркулирующей
плазмы крови — 2,5-3 л
(4% от массы тела)**

Вода плазмы(л) = масса тела (кг) x 0,04

Объем плазмы (л) = масса тела (кг) x 0,043



Содержание воды в организме в различных отсеках организма



Интерстициальная
жидкость — 11-12 л

(15-18% от массы
тела)

Интерстициальная жидкость находится во внеклеточном и внесосудистом пространствах. Она непосредственно омывает клетки, близка по ионному и молярному составу к плазме крови (за исключением содержания белка) и вместе с лимфой составляет **15-18 % от массы тела.**



Поддержание водного баланса в организме

У здорового взрослого человека существует нулевой водный баланс

Поступление, мл		Выделение, мл	
С твёрдой пищей	1000	С мочой	1400
С жидкой пищей	1200	С потом	600
Образующаяся в организме	300	С выдыхаемым воздухом	300
		С фекальными массами	200
ВСЕГО:	2500	ВСЕГО:	2500

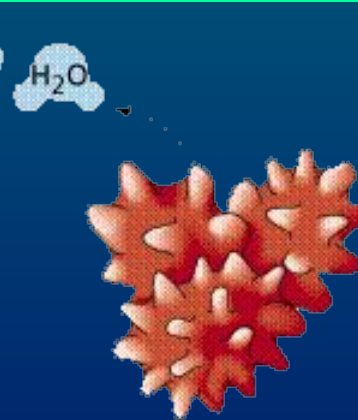
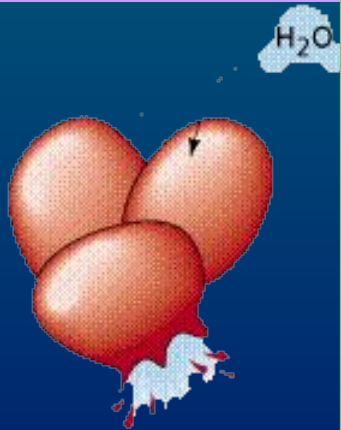


Изменение осмолярности внеклеточной жидкости



Изотоническая
внеклеточная
жидкость.

Пониженная
осмолярность
внеклеточной
жидкости.
Вода по
закону осмоса
переходит в
клетки.



Повышенная
осмолярность
внеклеточной
жидкости.
Вода по
закону осмоса
выходит из
клеток.

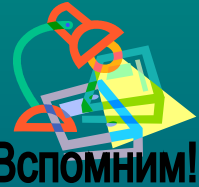


- **Переход жидкости через стенку капилляра между внутри- и внесосудистым пространством определяется соотношением между гидростатическим и онкотическим давлением. Обрато жидкость возвращается главным образом путем реабсорбции в венозном конце капилляра, и небольшая часть - по лимфатическим сосудам.**



- В норме осмоляльность плазмы составляет **280-300 мОсм/кг.** Осмоляльность плазмы сохраняется постоянной благодаря механизмам, способным реагировать на изменения, равные 1-2% ее исходной величины. Чтобы поддержать водно-осмотическое равновесие, поступление воды в организм должно быть равно ее выделению.





Механизмы задержки в организме натрия и воды



РААС

↓ артериальное
давление

↓ Na⁺ в
области
плотного
пятна

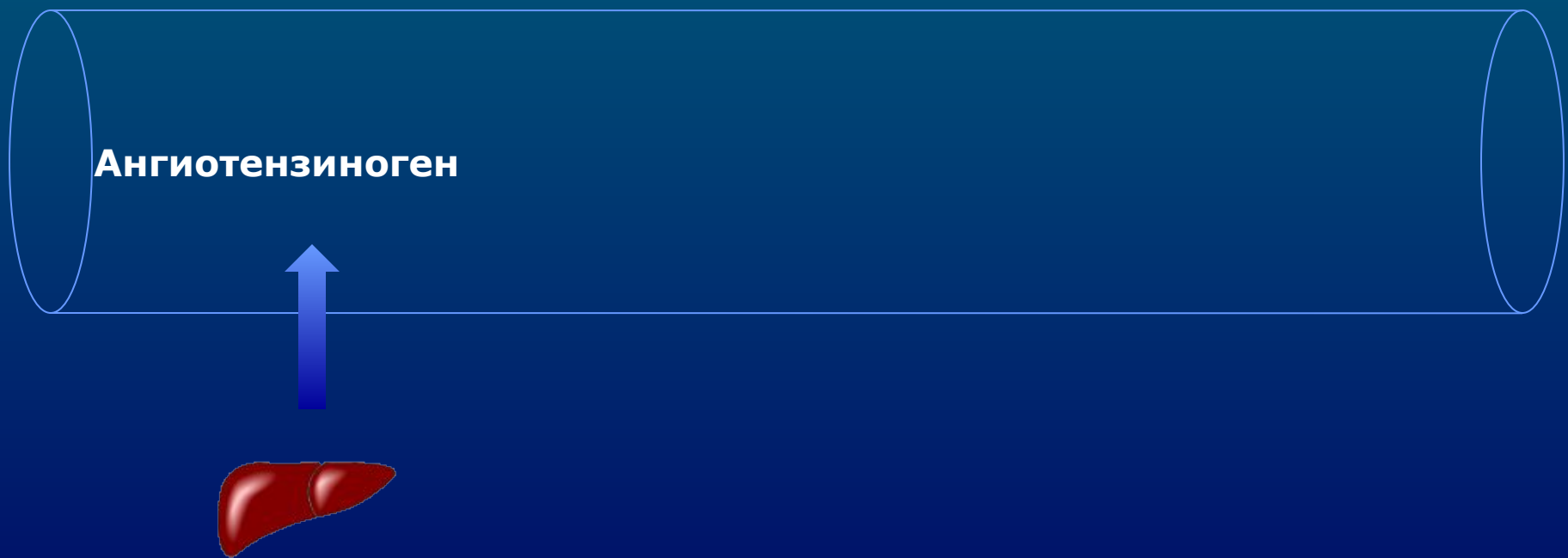
катехоламины

↓ объем
крови

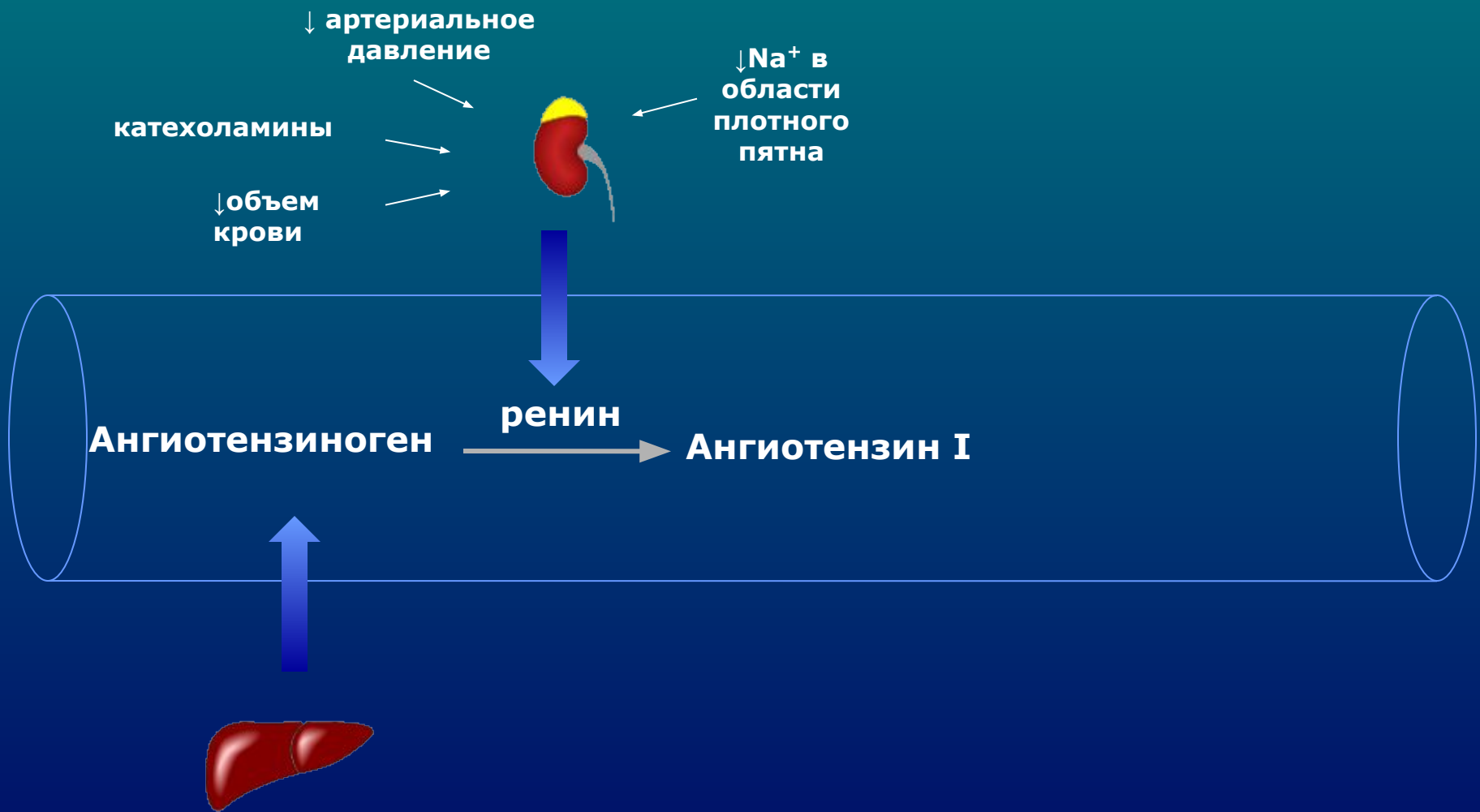
Ангиотензиноген



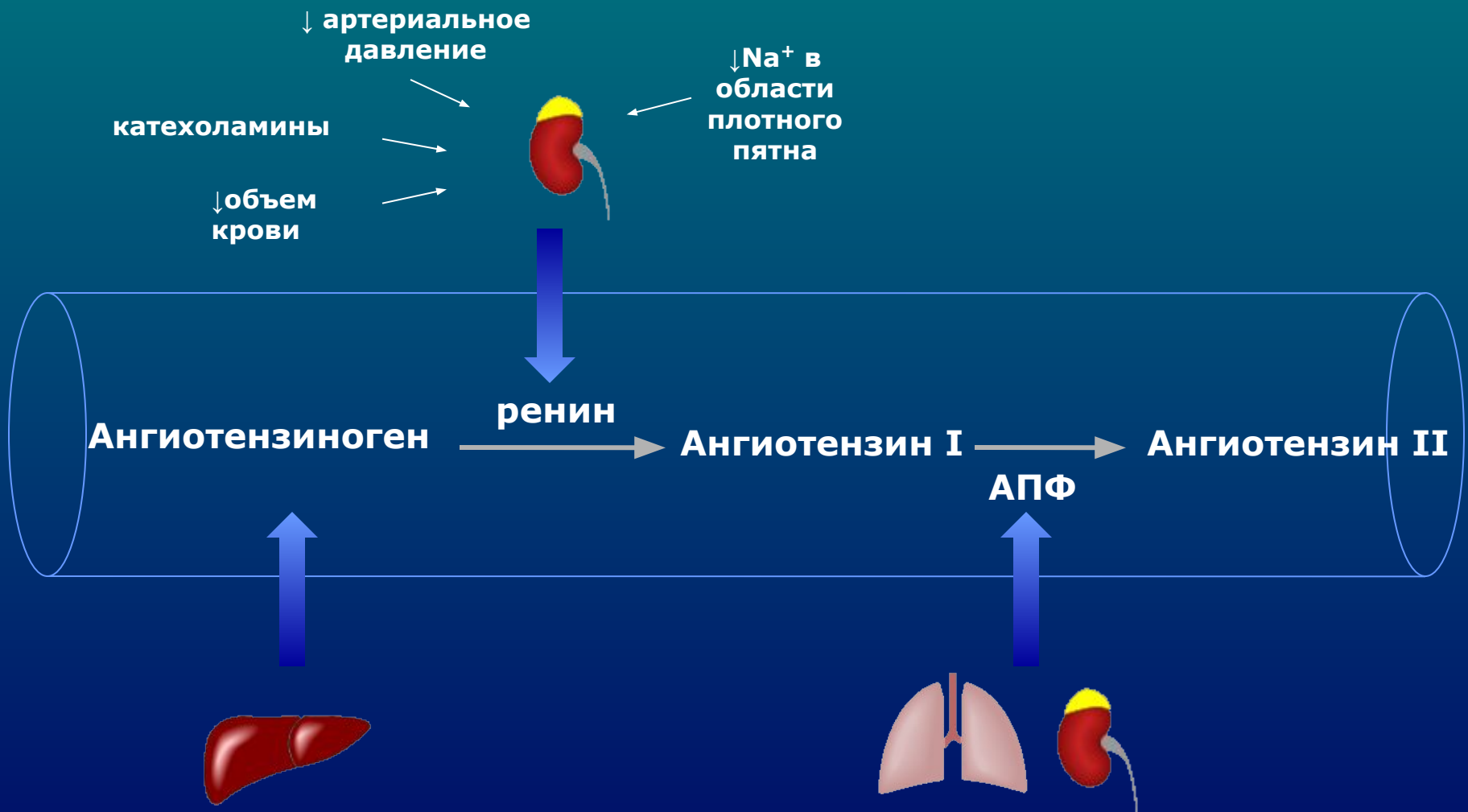
РААС



РААС



РААС



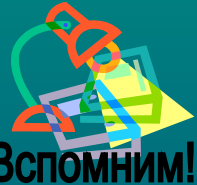
РААС

Увеличение
реабсорбции
ВОДЫ в почках

вазоконстрикция



Механизмы выведения воды из организма



Увеличение ОЦК,
увеличение АД

Уменьшение ОЦК,
уменьшение АД

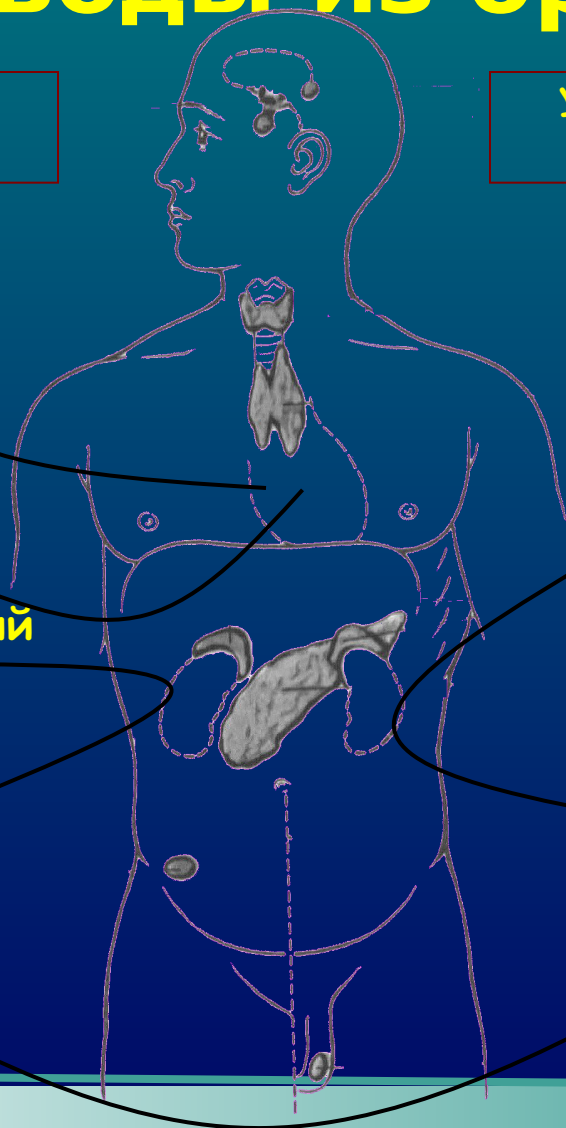
Предсердный
натрийуретический
фактор (пептид)

Увеличение
потери воды

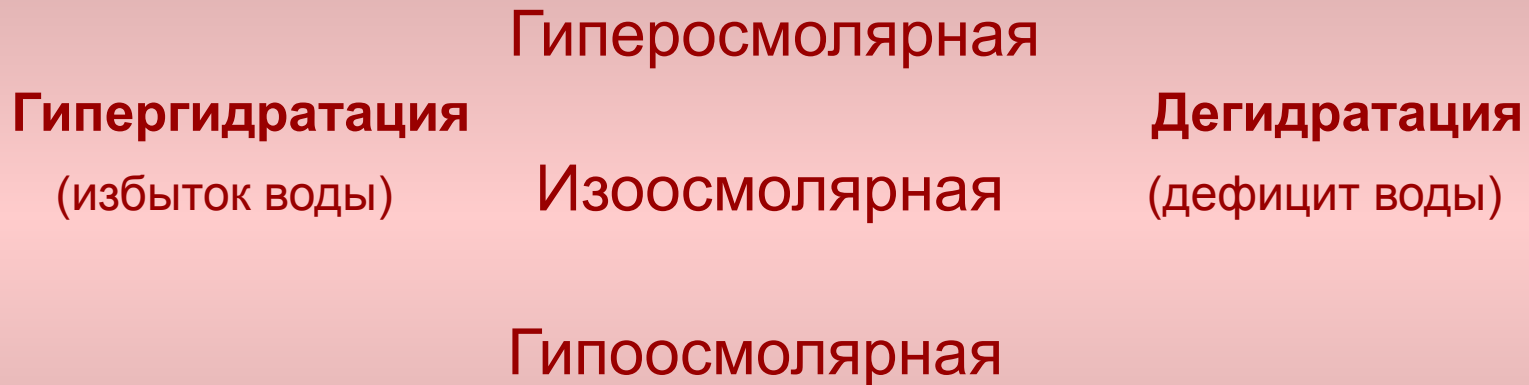
- Уменьшение
реабсорбции Na

- вазодилатация

Уменьшение
содержания Na
в крови



Нарушения водного баланса



Гипоосмолярная дегидратация (потеря электролитов > потери воды натрий плазмы менее 130 ммоль/л)

- **Причины:** сильное потоотделение, рвота и диарея, промывание желудка водой, полиурическая стадия ОПН, надпочечниковая недостаточность, длительный прием диуретиков и слабительных
- **Клиника:**
 1. Слабость, головокружение, головная боль (потеря до 9 ммоль/кг Na)
 2. Гипотензия без жажды, металлический привкус во рту, упорная рвота, заторможенность (потеря 9-12 ммоль/кг Na).
 3. Цианоз, потеря сознания, «дегидратационная гипертермия», судороги, коллапс (потеря 12 – 21 ммоль/кг).
- **Патофизиология:** возникает **перемещение воды из внеклеточного пространства в клетку**
- **Лечение:** активная регидратация организма препаратами, содержащими катионы натрия (физ. раствор,)

Дефицит натрия = $(140 \text{ ммоль/л} - \text{Na}_{\text{факт.}}) \times \text{масса тела} \times 0,2$

Если коррекция гипоосмолярной дегидратации проводится на фоне метаболического ацидоза, натрий вводят в виде **бикарбоната** (сода), при метаболическом алкалозе — в виде **хлорида** (физ.раствор)

Изоосмолярная дегидратация (потеря электролитов = потеря воды Натрий плазмы - в норме)

- **Причины:** рвота, диарея, тонкокишечная непроходимость, перитонит, ожоги, сразу после кровопотери, длительный прием диуретиков
- **Клиника:**
 1. *Ортостатическая гипотензия, слабость, головокружение (до 2 л воды)*
 2. *Гипотензия лежа, апатия, тахикардия, тошнота, рвота. (до 4 л воды)*
 3. *Коллапс, нарушение сознания (дефицит 5-6 литров воды)*

Патофизиология: при **изоосмолярной дегидратации преимущественно страдает внеклеточное пространство.** На первом плане стоят нарушения кровообращения.

- **Терапия:** основная инфузионная среда — изотонические солевые растворы (стерофундин, раствор Рингера)

Гиперосмолярная дегидратация (потеря электролитов < потери воды Натрий плазмы более 150 ммоль/л)

- **Причины:** полиурическая стадия ОПН, длительный форсированный диурез без своевременного восполнения дефицита воды, лихорадка, недостаточное введение воды при парентеральном питании
- **Клиника:** жажда, слабость, апатия, беспокойство, сухость кожи, сухой красный язык, затрудненное глотание, гипертермия, олигурия, падение ударного объема сердца, помрачение сознания, судороги, кома
- **Патофизиология:** перемещение воды из клетки во внеклеточное пространство → сморщивание клетки, дегидратация клетки
- **Терапия:** внутривенное введение 5% раствора глюкозы. Показатель эффективности лечения – снижение концентрации натрия плазмы до 140 ммоль/л, увеличение диуреза

ДЕГИДРАТАЦИЯ



Формула расчета дефицита воды (ДВ) в организме:

$ДВ = 0,6 \times \text{масса тела (кг)} \times (1 - 140 : Na^+ \text{ пл.})$

Пример: масса тела 80 кг, Na^+ плазмы – 158 мМ/л

$ДВ = 0,6 \times 80 \times (1 - 140 : 158) = 5,28 \text{ л}$

Осмоляльность плазмы крови

Формула расчета осмоляльности плазмы крови

Росм. = $2 \times \text{Na} + \text{глюкоза крови} + \text{мочевина}$
(ммоль/л)

Пример:

Na^+ плазмы – 140 мМ/л, глюкоза – 4,8 мМ/л,
мочевина – 6,4 мМ/л

Росм. = $2 \times 140 + 4,8 + 6,4 = 291,2$ мосм/кг

В норме осмоляльность крови
280 – 300 мосм/кг воды

Осмоляльность определяют: 1. Натрий
2. Глюкоза 3. Мочевина

При увеличении значений: калий

Гипоосмолярная гипергидратация

(избыток воды >избытка электролитов
натрий плазмы менее 130 ммоль/л)

- **Причины:** чрезмерное введение бессолевых растворов при ограниченной функции почек, ОПН, послеоперационный период, повышенная секреция вазопрессина (АДГ)
- **Клиника:** *слабость, помрачение сознания, судороги, анизокория, повышение рефлексов, рвота, понос.*
- **Патофизиология:** перемещение воды в клетку из внеклеточного пространства (внутриклеточная гипергидратация). Это вызывает появление неврологической симптоматики (отек головного мозга)
- **Лечение:** устранить причины гипергидратации (!), пробное введение Na при судорогах (гипертонический раствор Na – более 3%), прекратить введение Na при его концентрации в плазме более 130 ммоль/л, диуретики для удаления избытка воды, гемодиализ с ультрафильтрацией крови

Изоосмолярная гипергидратация

(избыток воды = избытку электролитов

Натрий плазмы в норме)

- **Причины:** чаще всего возникает на фоне заболеваний, сопровождающихся отечным синдромом (хроническая сердечная недостаточность, гестозы), в результате чрезмерного введения изотонических солевых растворов; цирроз печени, заболеваниях почек (нефротический синдром, гломерулонефрит).
- **Клиника:** *быстрое нарастание массы тела из-за накопления жидкости, асцит, периферические отеки, отек легких*
- **Патофизиология:** **увеличение только внеклеточного пространства, особенно интерстициального («третье пространство»), насыщенность клеток водой в норме.**
- **Лечение:** уменьшение объема интерстициального пространства (в/в альбумин, мочегонные препараты). Если данное лечение не дает должного эффекта, можно использовать гемодиализ с ультрафильтрацией крови.

Гиперосмолярная гипергидратация

(избыток электролитов больше избытка воды
натрий плазмы больше 150 ммоль/л)

- **Причины:** обильные инфузии изо- и гипертонических растворов, ОПН
- **Клиника:** повышенное ЦВД, отек легких, анасарка, жажда, покраснение кожи, гипертермия, беспокойство, риск остановки сердца
- **Патофизиология:** *дегидратация клеток, потеря калия клетками*
- **Диагностика:** натрий плазмы свыше 150 ммоль/л, сокращение диуреза при переливании больших объемов солевых растворов
- **Лечение:** ограничение приема жидкости и натрия, компенсация дефицита белков, применение диуретиков, 5% глюкоза. В тяжелых случаях показан гемодиализ