

# НАРУШЕНИЯ ВОДНО- ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА

(و جعلنا من الماء كل شيء حي)

Существование организма не  
возможно без воды

# Регуляции водно-электролитного обмена

- **Осморецепторы** : в гипоталамусе (вазопрессин из гипофиза ) и в воротной вене.
- **Валюморецепторы** : на стенке сосудов (активация симпатической и парасимпатической систем), а в частности ренальной артерии(выброса ренина-ангиотензин -альдостерон ) и в предсердии (натрийуретический фактор)

# Содержание воды:

В организме взрослого человека – 60%; у новорожденного – 80% (у новорожденных большая часть воды находится во внеклеточном пространстве, из-за слабой функции барьеров)

## Распределение воды в организме:

- Внутриклеточный сектор 70%;  $Na^+ : K^+ = 1:20$
- Внеклеточный сектор 30%;  $Na^+ : K^+ = 20:1$ 
  - 1-Межклеточная вода
  - 2-Внутрисосудистая вода
  - 3-Трансцеллюлярная вода в полостях организма

# Водный баланс

- **Водный баланс** – равновесие между поступлением и выделением воды из организма. Величина водного баланса около 2,5 л в сутки.

## ПОСТУПЛЕНИЕ ВОДЫ

- с напитками - 1.2 л
- с пищей – 1.0 л
- эндогенная вода – 0.3 л


*Итого - 2.5 л*

## ВЫДЕЛЕНИЕ ВОДЫ

- через почки – 1.4 л
- через кожу и легкие – 1.0 л
- через кишечник – 0.1 л

*Итого - 2.5 л*

# Формы нарушения водного баланса (В.Б.)



## ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ В.Б.

**Выведение воды < поступления**

- отеки
- водянка
- водная интоксикация

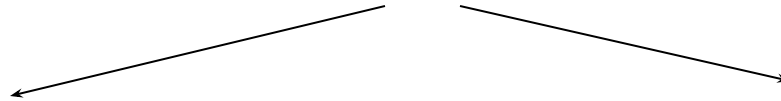
## ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ В.Б.

**Выведение воды > поступления**

обезвоживание = дегидратация = гипогидратация = гипогидрия; эксикоз

# Обезвоживание, причины, виды, патогенез

## ПРИЧИНЫ:



### Недостаточное поступление воды

*экстремальные ситуации*

- пат. процессы в организме:*
- сужение пищевода;
  - кома;
  - заболевания головного мозга с отсутствием чувства жажды;
  - «водобоязнь» при бешенстве

### Избыточное выведение воды

*воды и солей*

- рвота;
- диарея;
- полиурия;
- кровопотеря;
- обширные ожоги;
- усиленное потоотделение;

*воды*

- гипервентиляция;
- полиурия (несахарный диабет);
- гиперсаливация

# Виды обезвоживания

По изменению осмотического давления внеклеточного сектора

**Изоосмоляльное  
(изотоническое)**

*Эквивалентная потеря  
воды и электролитов*

- сразу после острой  
кровопотере

**Гиперосмоляльное  
(гипертоническое)**

*Преимущественная  
потеря воды*

- несахарный диабет  
- гипервентиляция у  
детей  
- гиперсаливация у  
детей

**Гипоосмоляльное  
(гипотоническое)**

*Преимущественная  
потеря электролитов*

- диарея  
- многократная рвота  
- чрезмерное потоот-  
деление

**Осмоляльность плазмы крови определяется по формуле:**

Росм. =  $2 \times [\text{Na}^+] \text{ в плазме} + [\text{глюкоза в крови в мг\%}] : 18 + \text{азот мочевины крови} : 2,88$

**Пример:**

$\text{Na}^+$  плазмы – 135 мМ/л, глюкоза 120 мг%, азот мочевины крови – 14мг%

Росм. =  $2 \times 135 + 120 : 18 + 14 : 2,88 = 281,5$  мосм/кг

В норме осмоляльность крови 280 – 290 мосм/кг воды

**Определяет осмолярность организма:**

1. Сахар
2. Соль
3. Азот мочевины



# Патогенез гиперосмоляльной гипогидратации

## Преимущественная потеря воды

↓  
Гиповолемия  
↓ОЦК, ↓ АД,  
↑вязкости крови  
↓  
нарушение микро-  
циркуляции  
↓  
ишемия почек  
↓  
↓ фильтрации  
↓  
олигурия  
↓  
аутоинтоксикация

↓  
↑Р осм. во внеклеточном секторе  
↓  
перемещение воды из клеток  
во внеклеточный сектор  
↓  
обезвоживание и сморщивание  
клеток  
↓  
жажда  
↓  
гипоксия  
↓  
метаболический  
ацидоз

↓  
распад тканевых белков  
↑ температуры тела

↓  
НАРУШЕНИЕ ФУНКЦИИ ЦНС  
помрачение сознания, галлюцинации, кома

# Патогенез гипоосмоляльной гипогидратации

Преимущественная потеря электролитов

↓ ОЦК,  
↓ АД, ↑ вязкости крови

↓ нарушение микроциркуляции

↓ ишемия почек

↓ фильтрации, олигурия

↓ аутоинтоксикация

↓ НАРУШЕНИЕ ФУНКЦИИ ЦНС

(интенсивная головная боль, помрачение сознания, галлюцинации, кома)

↓ P осм. во внеклеточном секторе

↓ перемещение воды из внеклеточного сектора в клетки

↓ внутриклеточные отеки

↓ повышение внутричерепного давления

гипоксия

↓ метаболический ацидоз

**Формула расчета дефицита воды (ДВ) в организме:**

$ДВ = 0,6 \times \text{масса тела (кг)} \times (1 - \frac{140}{\text{содержание } Na^+ \text{ в плазме крови}})$

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

$ДВ = 0,6 \times 80 \times (1 - \frac{140}{158}) = 5,47 \text{ л}$

# Гипергидратация, виды, формы, патогенез

## ВИДЫ ГИПЕРГИДРАТАЦИИ

по изменению осмотического давления во внеклеточном секторе

### гиперосмоляльная

- питье морской воды;
- введение гиперт. раствора

### изоосмоляльная

- введение физ. раствора
- отеки
- водянка

### гипоосмоляльная

Водная интоксикация

## Формы гипергидратации

ВОДЯНКА

ОТЕКИ

- сердечные
- почечные
- печеночные
- воспалительные
- аллергические
- токсические
- голодные

ВОДНАЯ ИНТОКСИКАЦИЯ

# Водянка

**ВОДЯНКА** – скопление жидкости в полостях  
тела

Водянка брюшной полости – **ascites**

Водянка плевральной полости - **hydrothorax**

Водянка желудочков мозга - **hydrocephalus**

Водянка околосердечной сумки –  
**hydropericardium**

# Патогенез водной интоксикации (гипоосмоляльная гипергидратация)

Избыточный прием воды на фоне сниженной функции почек

↓  
↑ воды во внеклеточном секторе  
(олигоцитемическая гиперволемиа)

↓  
относительные эритропения, гипопротейнемия, гипонатриемия

↓  
↓P осм. во внеклеточном секторе

↓  
↑ поступления воды внутрь клеток

↓  
**внутриклеточный отек**

↑внутричерепного давления

← цитолиз, гемолиз эритроцитов

- гемоглобинемия

- гемоглобинурия

- недостаточность функции почек

- гиперазотемия, аутоинтоксикация

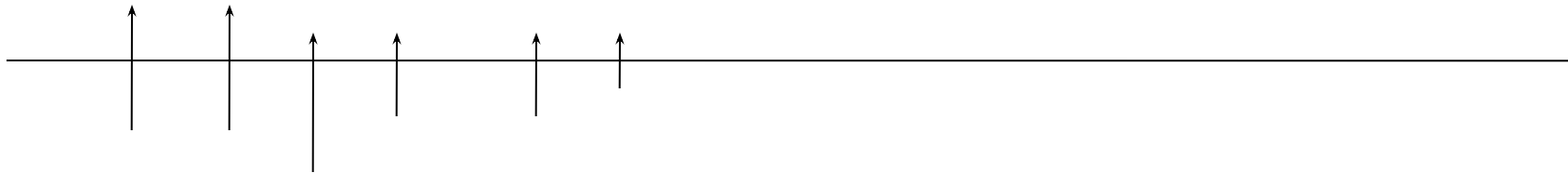
↓  
нарушение функции ЦНС

головная боль, тошнота, рвота  
отвращение к воде, судороги,  
кома

# Отёки

**ОТЕКИ** – патологическое скопление жидкости в тканях и межтканевых пространствах вследствие нарушения обмена воды между кровью и тканями

**Нормальный обмен жидкости между кровью и тканями**



гидростатическое давление ( $P_g$ )

$P_g = 10-15 \text{ мм Hg}$

32-35 мм Hg

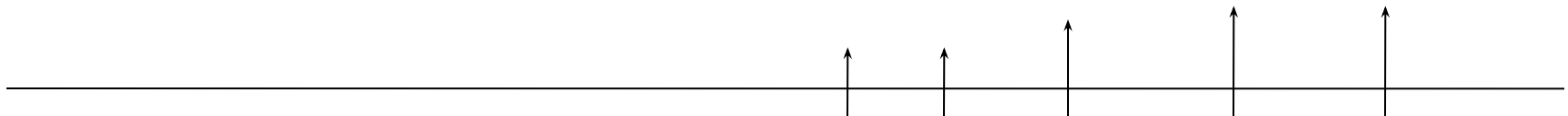
**A**

**B**

Коллоидно-осмотическое давление ( $P_o$ )

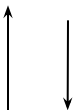
$P_o = 22-25 \text{ мм Hg}$

22-25 мм Hg



Кровеносный капилляр: A – артериальный конец; B – венозный конец

- Направление движения жидкости



# Патогенетические факторы отеков

<b>Гемодинамический фактор</b> - повышение гидростатического давления в венозном отделе капилляров	играет роль в патогенезе застойных и воспалительных отеков
<b>Онкотический фактор</b> понижение онкотического давления крови в результате гипопроотеинемии (гипоальбуминемии)	играет роль в патогенезе голодных, кахектических, печеночных отеков, при нефротическом синдроме
<b>Тканевой фактор</b> повышение коллоидно-осмотического давления в ткани в результате накопления электролитов, белков, продуктов метаболизма	играет роль в патогенезе отеков при воспалении, гипоксии
<b>Сосудистый (мембраногенный)</b> повышение проницаемости капилляров для белка и воды в результате: -перерастяжения стенок капилляров -действия БАВ – гистамина, кининов, простагландинов и др. -повреждения эндотелиальных клеток под действием токсинов, гипоксии, ацидоза и др.	участвует в патогенезе воспалительных, аллергических, токсических и др. видов отеков

**Затруднение оттока лимфы**  
в результате воспаления или тромбоза лимфатических сосудов, закупорки фильариями, повышения давления в системе верхней поллой вены

участвует в патогенезе сердечных, воспалительных отеков, отеков при микседеме, слоновости и др.

**Нейроэндокринный фактор**  
нарушение нервной и гуморальной регуляции водно-электролитного обмена («ошибочное» включение антидиуретической и антинатрийуретической систем, нарушение чувствительности волюмо- и осморецепторов)

Играет роль в патогенезе сердечных, почечных, печеночных отеков



# ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР –

повышение гидростатического давления в венозном отделе капилляров

↑ фильтрация, ↓ резорбция



гидростатическое давление ( $P_g$ )

$P_g = 20\text{мм Hg}$

40-50мм Hg

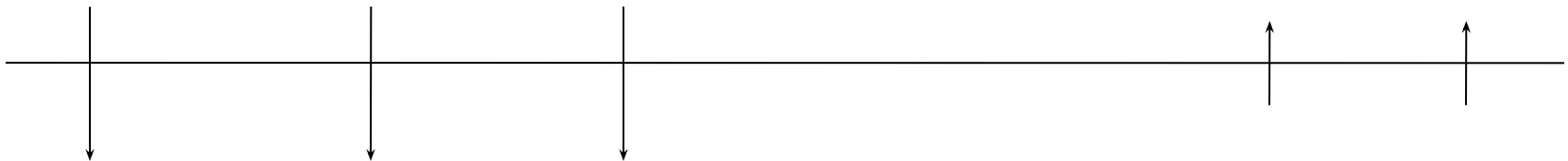
**A**

**B**

Коллоидно-осмотическое давление ( $P_o$ )

$P_o = 22-25\text{ммHg}$

22-25мм Hg



# Сердечные отеки

Основную роль играют гемодинамический и нейроэндокринный факторы

↓ МОК, ВЕНОЗНЫЙ ЗАСТОЙ

↑ КАПИЛЛЯРНОГО ДАВЛЕНИЯ

ГИПОКСИЯ ТКАНЕЙ

↓ ПОЧЕЧНОГО КРОВотоКА

РАЗДРАЖЕНИЕ  
ВОЛЮМОРЕЦЕПТОРОВ

↑ ВЫРАБОТКИ РЕНИНА

**СТИМУЛЯЦИЯ СЕКРЕЦИИ АЛЬДОСТЕРОНА**

повышение реабсорбции  $Na^+$  в почках

гипернатриемия

раздражение осморцепторов

ацидоз

↓ ↑ выработки адг

ацидоз

↑ реабсорбции воды

накопление воды в тканях (полостях)

**ОТЕК, ВОДЯНКА**

<b>Виды отеков</b>	<b>Ведущие патогенетические факторы отеков</b>
<b>Сердечные отеки</b>	Гемодинамический и эндокринный
<b>Почечные отеки:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• нефритические</li> <li>• нефротические</li> </ul>	Нейроэндокринный и сосудистый (системное повреждение капилляров) Факторы онкотический (протеинурия → Гипопротеинемия) и нейроэндокринный ((↓ОЦК→ ↑ альдостерона) факторы
<b>Печеночные отеки</b>	онкотический фактор (нарушение синтеза белка) и нейро-эндокринный фактор ( нарушение инактивации альдостерона)
<b>Кахектические (голодные) отеки</b>	Онкотический фактор
<b>Воспалительные отеки</b>	Гемодинамический, сосудистый, тканевой факторы
<b>Аллергические отеки</b>	Сосудистый фактор

# НАРУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА

## Нарушения обмена натрия

НАТРИЙ ( 140 ммоль/л)

```
graph TD; A[НАТРИЙ ( 140 ммоль/л)] --> B[ГИПОНАТРИЕМИЯ]; A --> C[ГИПЕРНАТРИЕМИЯ];
```

### ГИПОНАТРИЕМИЯ

#### Причины:

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

#### Последствия:

↓ нервно-мышечной возбудимости  
↓ АД  
тахикардия

### ГИПЕРНАТРИЕМИЯ

#### Причины:

↑ поступления с пищей  
↑ секреции альдостерона  
почечная недостаточность

#### Последствия:

↑ АД  
лихорадка

# Нарушения обмена калия

КАЛИЙ (4-5 ммоль/л)

## 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 р-Q и Q-T,  
↓ вольтажа Т  
алкалоз

## ГИПЕРКАЛИЕМИЯ

### Причины:

↓ секреции альдостерона  
почечная недостаточность  
распад ткани  
ацидоз

### Последствия:

брадикардия  
остановка сердца в диастоле  
ЭКГ: ↑ зубца Т

# Нарушения обмена кальция

КАЛЬЦИЙ (2,25-2,75 ммоль/л)

## ГИПОКАЛЬЦИЕМИЯ

### Причины:

↓ секреции паратгормона  
↑ секреции тиреокальцитонина  
гиповитаминоз Д  
↓ всасывания в кишечнике  
алкалоз

### Последствия:

↑ нервно-мышечной возбудимости  
спазмофилия и тетания  
гипокоагуляция крови  
↓ АД

## ГИПЕРКАЛЬЦИЕМИЯ

### Причины:

↑ секреции паратгормона  
↓ секреции тиреокальцитонина  
гипервитаминоз Д  
ацидоз

### Последствия:

↓ нервно-мышечной возбудимости  
кальциноз  
↑ АД  
полиурия и жажда

**Спасибо за внимание!!!**