



Первый Московский государственный медицинский университет  
имени И.М. Сеченова  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Кафедра патофизиологии лечебного факультета**

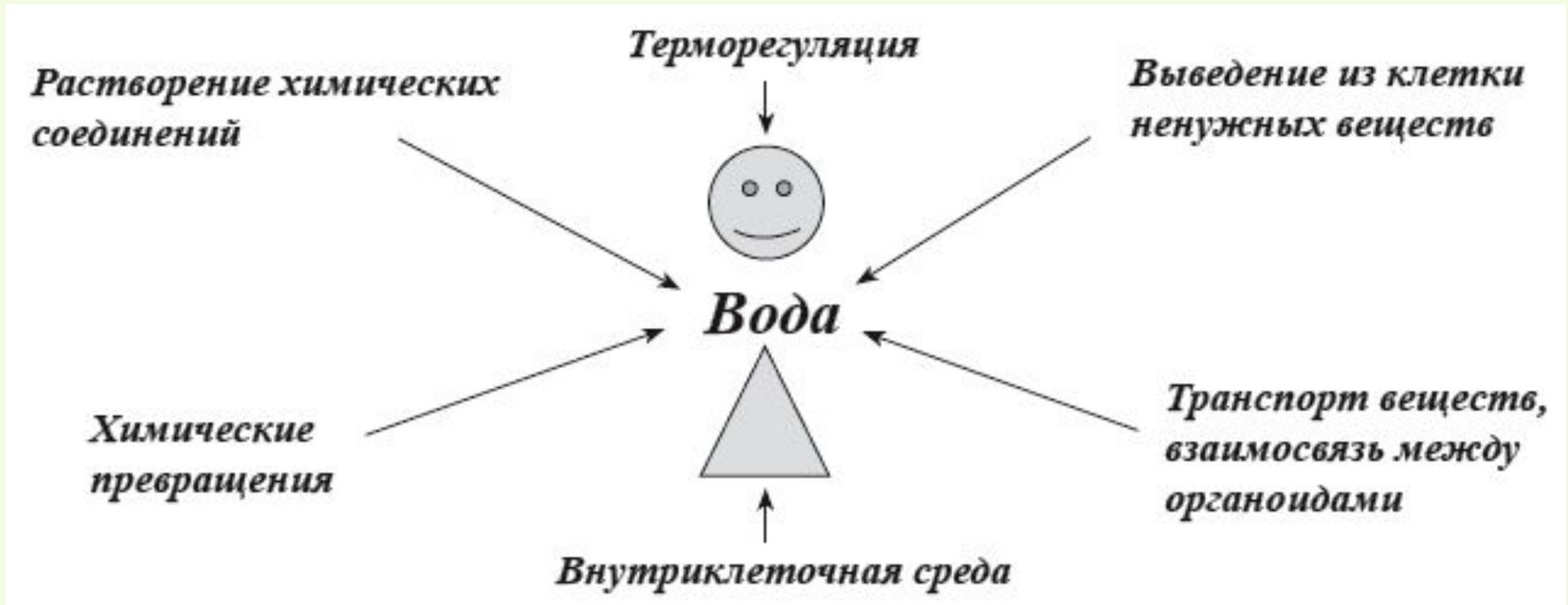
**Презентация**

**«Патофизиология водно-  
электролитного обмена. Отеки»**

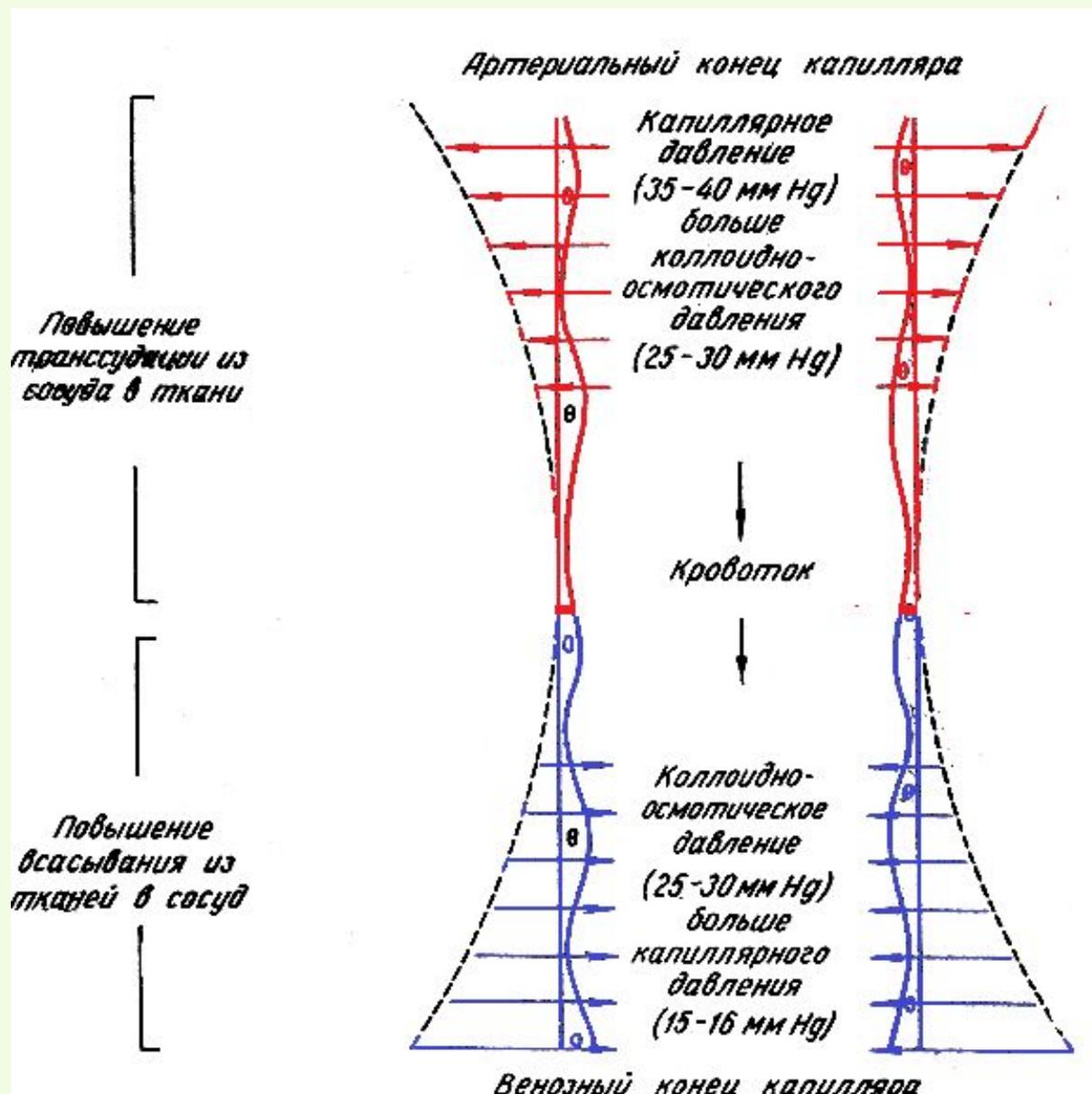
**Доцент  
Андриуца Наталья Сергеевна**

# Роль воды в организме

- Основным показателем **водно-электролитного обмена** является **водный баланс**, который поддерживается нервными, эндокринными механизмами, а также осмотическими и электрическими силами.
- Важнейшим условием **постоянства** водных клеточных сред является их **изотоничность**.

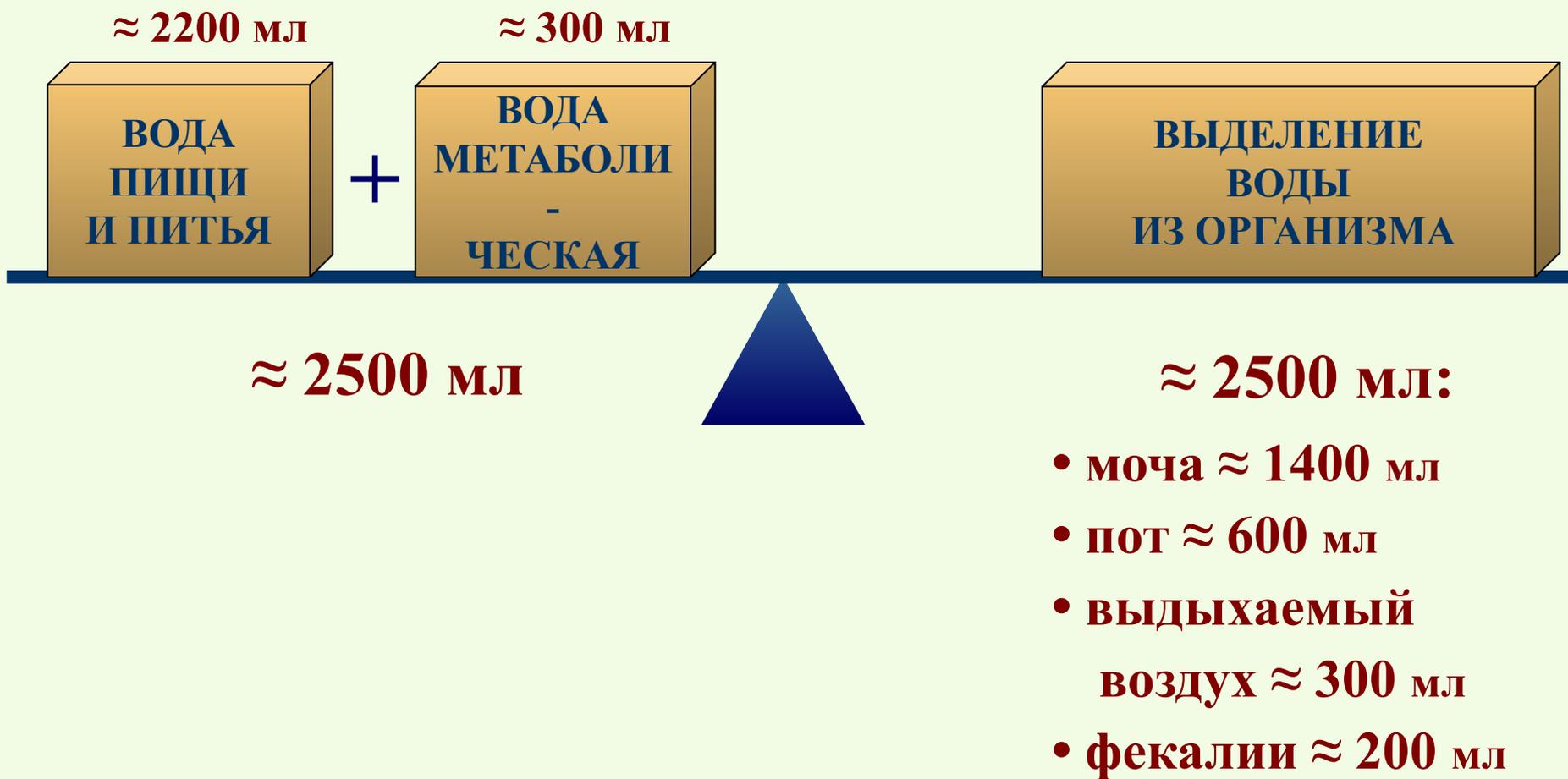


# Обмен жидкостями в капилляре по закону Старлинга

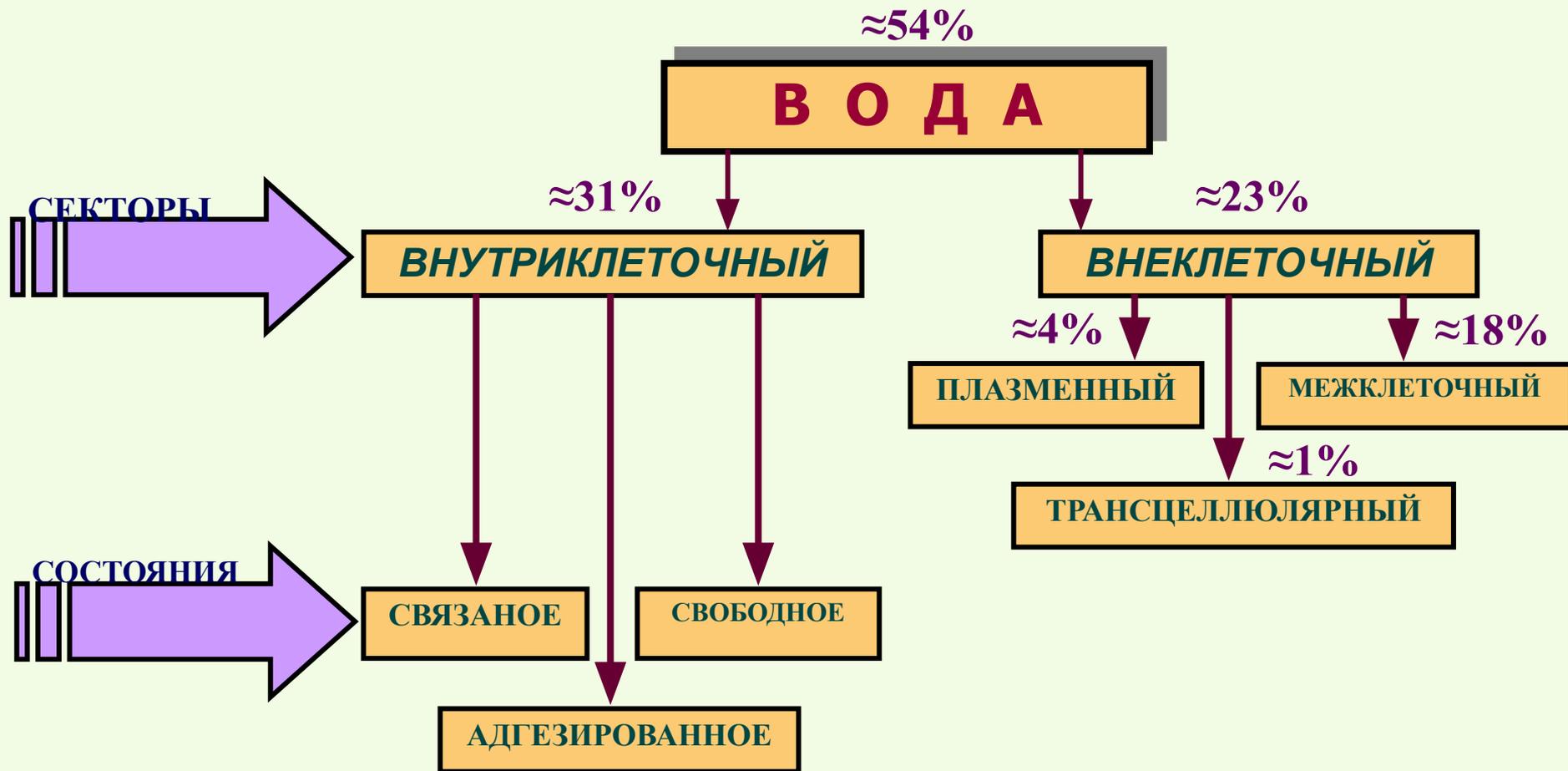




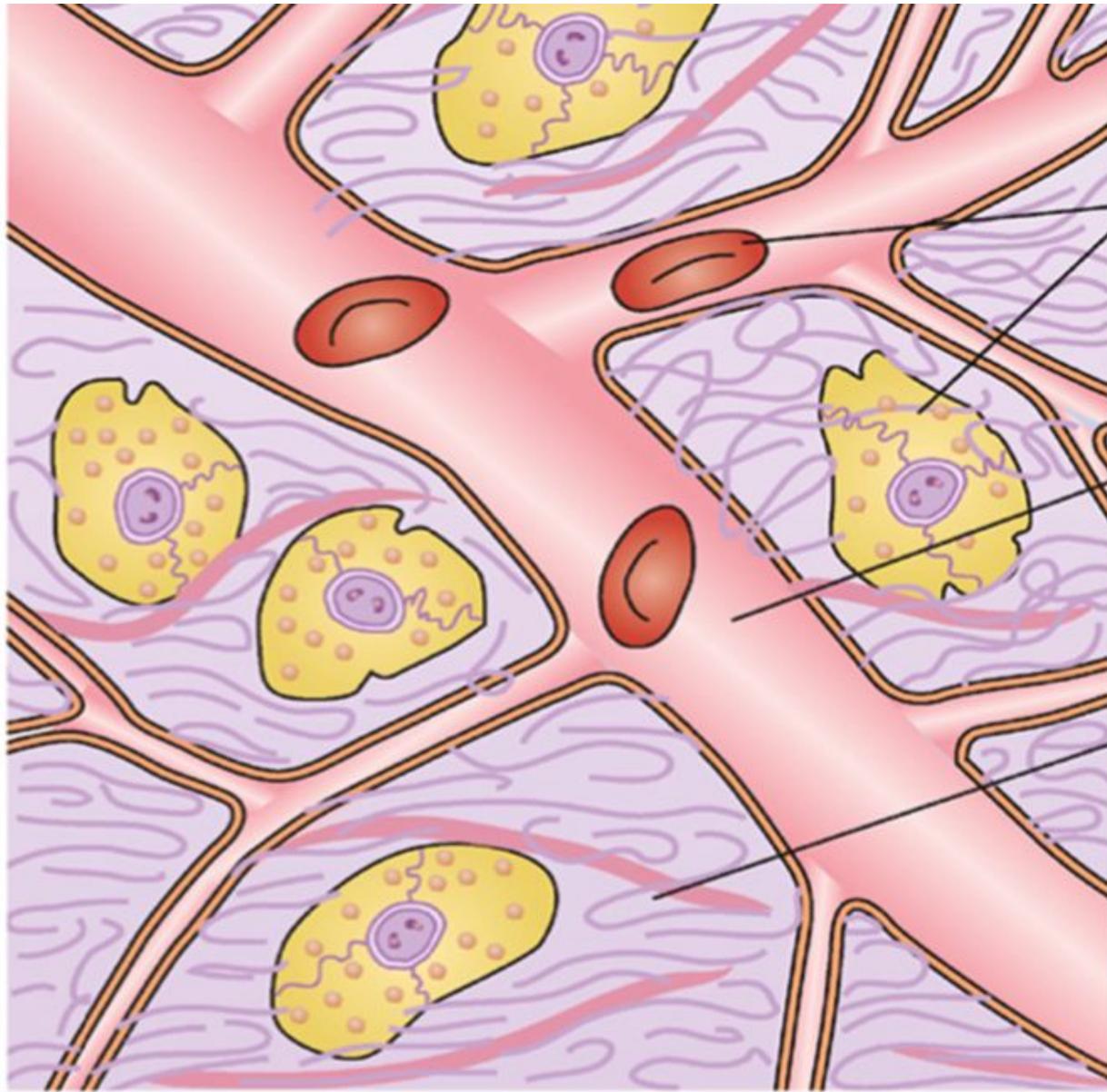
# ВОДНЫЙ БАЛАНС



# СЕКТОРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ВОДЫ В НИХ



В % указана доля воды по отношению к общей массе тела.



**Внутриклеточная  
жидкость**

**Внеклеточная  
жидкость (плазма)**

**Внеклеточная  
(интерстициаль-  
ная) жидкость**

# 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
- 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

# ТИПОВЫЕ ФОРМЫ НАРУШЕНИЯ ВОДНОГО ОБМЕНА

**ГИПЕРГИДРАТАЦИЯ**

**ГИПЕРВОЛЕМИЯ**

**ОТЁК**

**ГИПЕРГИДРАТАЦИЯ  
(набухание) КЛЕТОК**

**ГИПОГИДРАТАЦИЯ**

**ГИПОВОЛЕМИЯ**

**ГИПОГИДРАТАЦИЯ  
КЛЕТОК**

# ВИДЫ ДИСГИДРИЙ

```
graph TD; A[ВИДЫ ДИСГИДРИЙ] --> B[ПО КОЛИЧЕСТВУ ЖИДКОСТИ В ОРГАНИЗМЕ]; A --> C[ПО ОСМОЛЯЛЬНОСТИ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ЖИДКОСТИ]; A --> D[ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ]; B --> B1[ГИПЕРГИДРАТАЦИЯ]; B --> B2[ГИПОГИДРАТАЦИЯ]; C --> C1[ГИПЕРОСМОЛЯРНАЯ]; C --> C2[ГИПООСМОЛЯРНАЯ]; C --> C3[ИЗООСМОЛЯРНАЯ]; D --> D1[КЛЕТОЧНАЯ]; D --> D2[ВНЕКЛЕТОЧНАЯ]; D --> D3[СМЕШАННАЯ];
```

ПО КОЛИЧЕСТВУ  
ЖИДКОСТИ  
В ОРГАНИЗМЕ

ГИПЕРГИДРАТАЦИЯ

ГИПОГИДРАТАЦИЯ

ПО ОСМОЛЯЛЬНОСТИ  
ВНЕКЛЕТОЧНОЙ  
ЖИДКОСТИ

ГИПЕРОСМОЛЯРНАЯ

ГИПООСМОЛЯРНАЯ

ИЗООСМОЛЯРНАЯ

ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ

КЛЕТОЧНАЯ

ВНЕКЛЕТОЧНАЯ

СМЕШАННАЯ

# 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

**Изоосмолярное  
(изотоническое)**

**Гиперосмолярное  
(гипертоническое)**

**Гипоосмолярное  
(гипотоническое)**

*Эквивалентная потеря  
воды и электролитов*

*Преимущественная  
потеря воды*

*Преимущественная  
потеря электролитов*

- сразу после острой  
кровопотере

- несахарный диабет  
- гипервентиляция у  
детей  
- гиперсаливация у  
детей

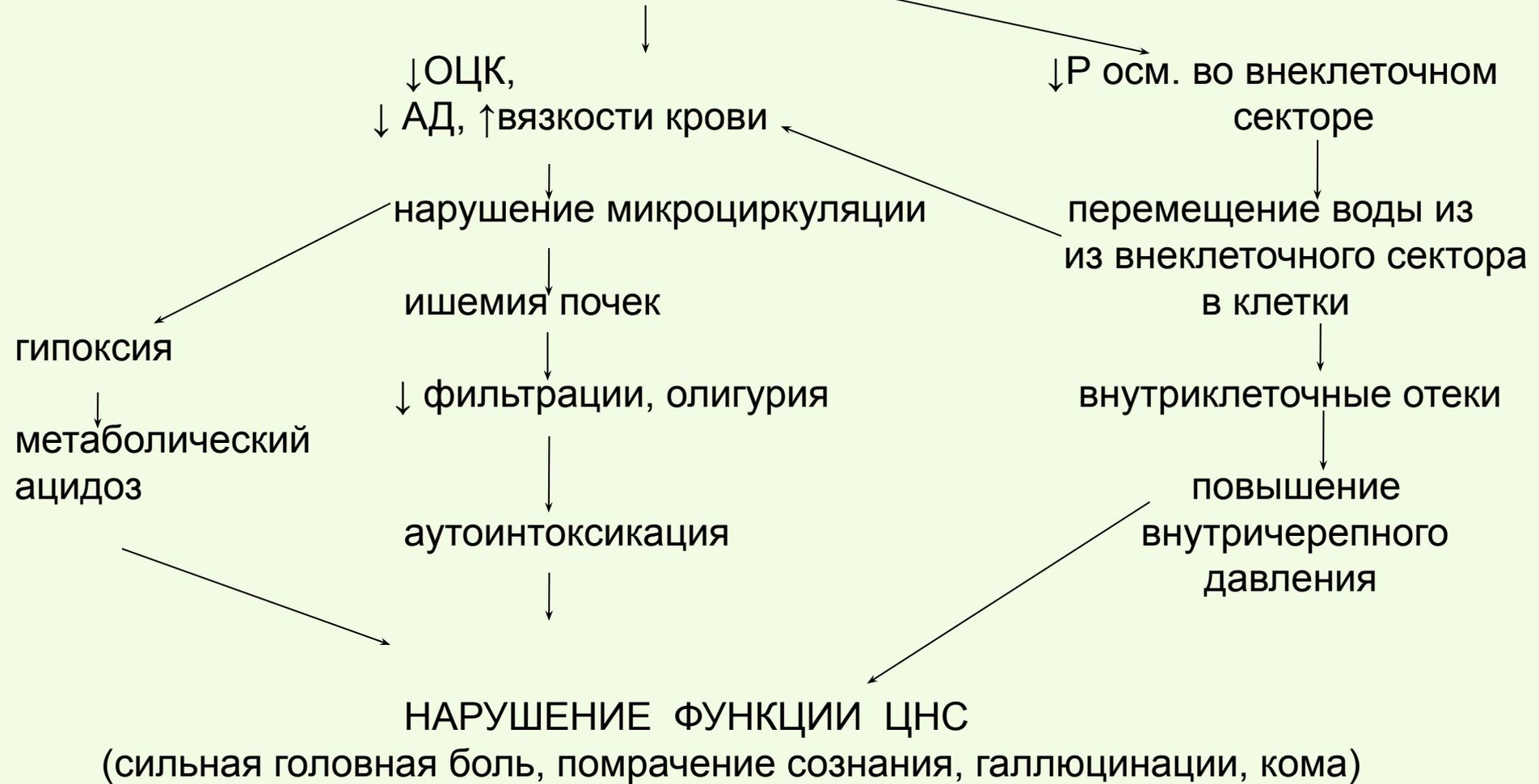
- диарея  
- многократная рвота  
- чрезмерное потоот-  
деление

# Патогенез гиперосмолярной гипогидратации



# Патогенез гипоосмолярной гипогидратации

Преимущественная потеря электролитов



# Гипергидратация, виды, формы, патогенез

## ВИДЫ ГИПЕРГИДРАТАЦИИ

по изменению осмотического давления во внеклеточном секторе



### гиперосмолярная

- питье морской воды;
- введение гиперт. раствора

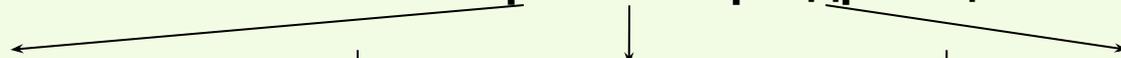
### изоосмолярная

- введение физ. раствора
- отеки
- водянка

### гипоосмолярная

- водная интоксикация

## Формы гипергидратации



### ВОДЯНКА

### ОТЕКИ

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

### ВОДНАЯ ИНТОКСИКАЦИЯ

# Понятие «водянка»

**ВОДЯНКА** – скопление жидкости в полостях тела

водянка брюшной полости – **асцит**

водянка плевральной полости - **гидроторакс**

водянка желудочков мозга - **гидроцефалия**

водянка околосердечной сумки – **гидроперикард**

водянка яичка - **гидроцеле**

# Патогенез водной интоксикации (гипоосмолярная гипергидратация)

Избыточный прием воды на фоне сниженной функции почек

↓  
↑ воды во внеклеточном секторе  
(олигоцитемическая гиперволемиа)

↓  
относительные эритропения, гипопроотеинемия, гипонатриемия

↓  
↓ P осм. во внеклеточном секторе

↓  
↑ поступления воды внутрь клеток

**внутриклеточный отек**

↑ внутричерепного давления

↓  
нарушение функции ЦНС  
головная боль, тошнота, рвота  
отвращение к воде, судороги,  
кома

↓  
цитолиз, гемолиз эритроцитов  
- гемоглобинемия  
- гемоглинурия  
- недостаточность функции почек  
- гиперазотемия, аутоинтоксикация

# Отеки

**ОТЕКИ** – типовая форма нарушения водного баланса, характеризующаяся скоплением жидкости

в тканях и межтканевых пространствах, вследствие нарушения обмена воды между кровью и тканями



Отёк нижних конечностей

# **ОТЕК НОГ**

(пациент с недостаточностью  
кровообращения  
III степени)



# Слоновость





# Патогенетические факторы отеков

- Гемодинамический
- Онкотический
- Осмотический (тканевой)
- Мембраногенный (сосудистый)
- Лимфогенный
- Нейроэндокринный

# Патогенетические факторы отеков

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

# Патогенетические факторы отеков

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Лимфогенный фактор</b><br/>в результате воспаления или тромбоза лимфатических сосудов, закупорки филляриями, повышения давления в системе верхней поллой вены</p>   | <p>участвует в патогенезе сердечных, воспалительных отеков, отеков при микседеме, слоновости и др.</p> |
| <p><b>Нейроэндокринный фактор</b><br/>нарушение нервной и гуморальной регуляции водно-электролитного обмена («ошибочное» включение антидиуретической и антинатрийуретической систем, нарушение чувствительности волюмо- и осморецепторов)</p> | <p>играет роль в патогенезе сердечных, почечных, печеночных отеков</p>                                 |

# ПРИЧИНЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЁКА

ПОВЫШЕНИЕ  
ВЕНОЗНОГО  
ДАВЛЕНИЯ КРОВИ

ОБЩЕГО

МЕСТНОГО

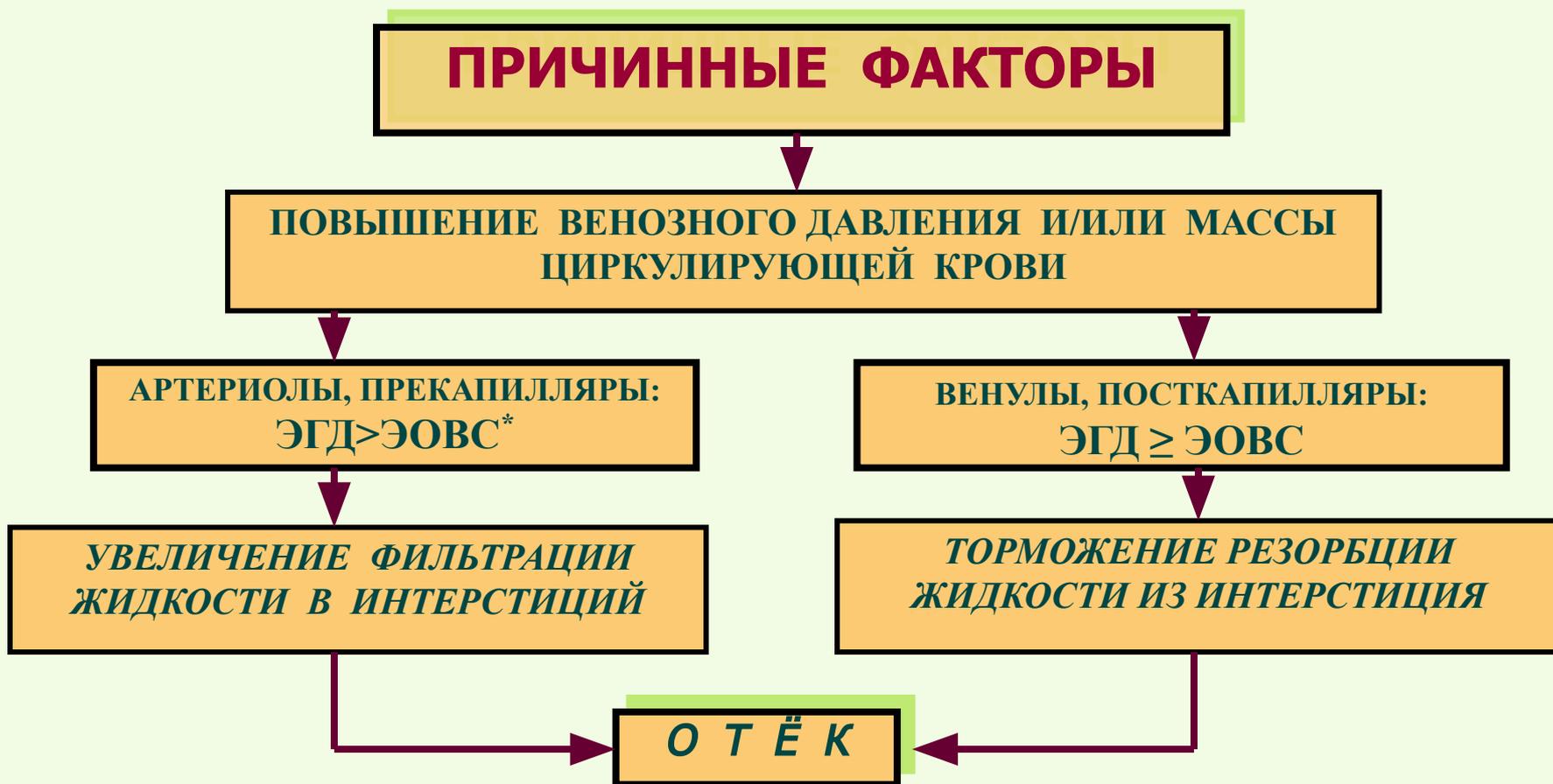
УМЕНЬШЕНИЕ  
ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО  
ДАВЛЕНИЯ  
В ТКАНЯХ

УВЕЛИЧЕНИЕ  
ОБЪЁМА  
ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ  
КРОВИ

*\*УВЕЛИЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ  
В СОСУДАХ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА ÷  
\*УМЕНЬШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО РЕЗОРБЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ*

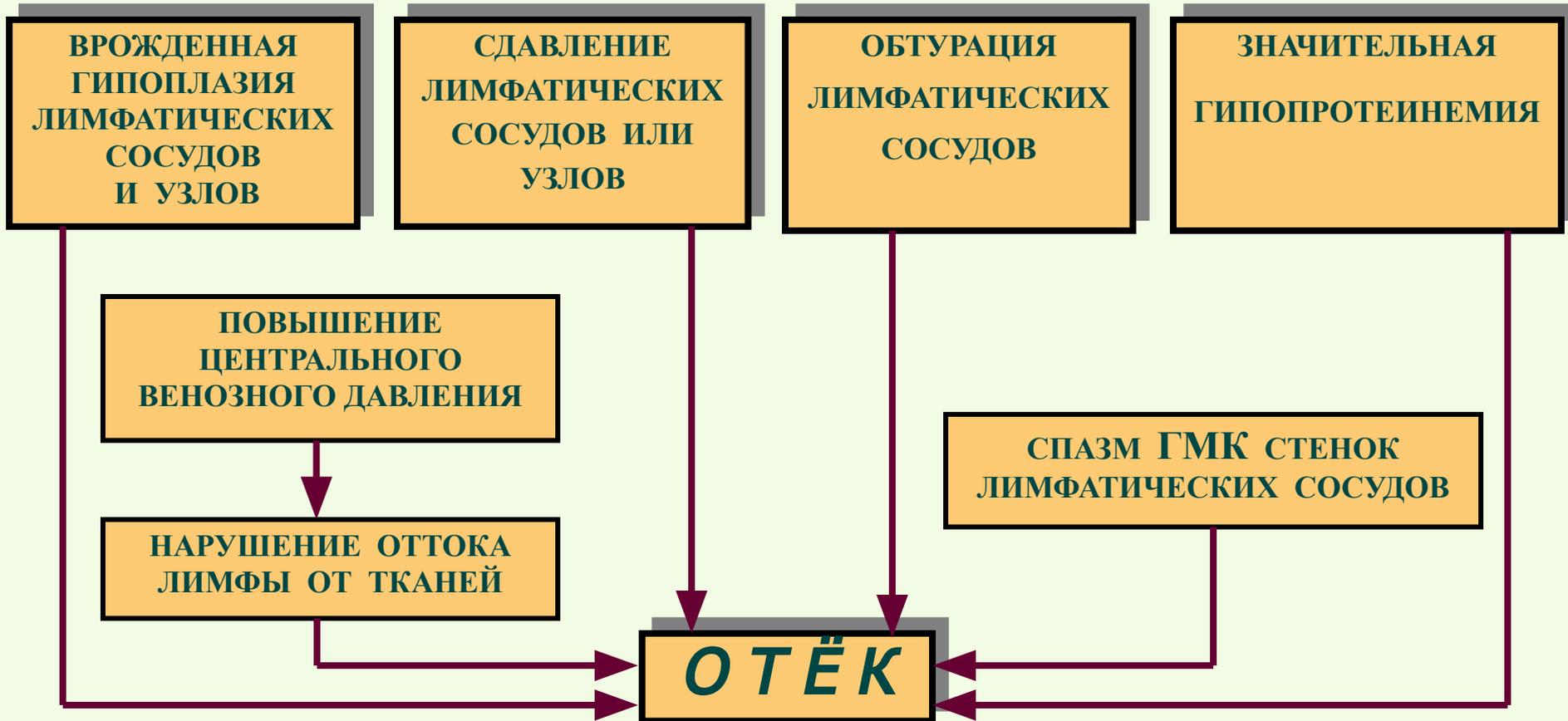
**О Т Ё К**

# МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЁКА

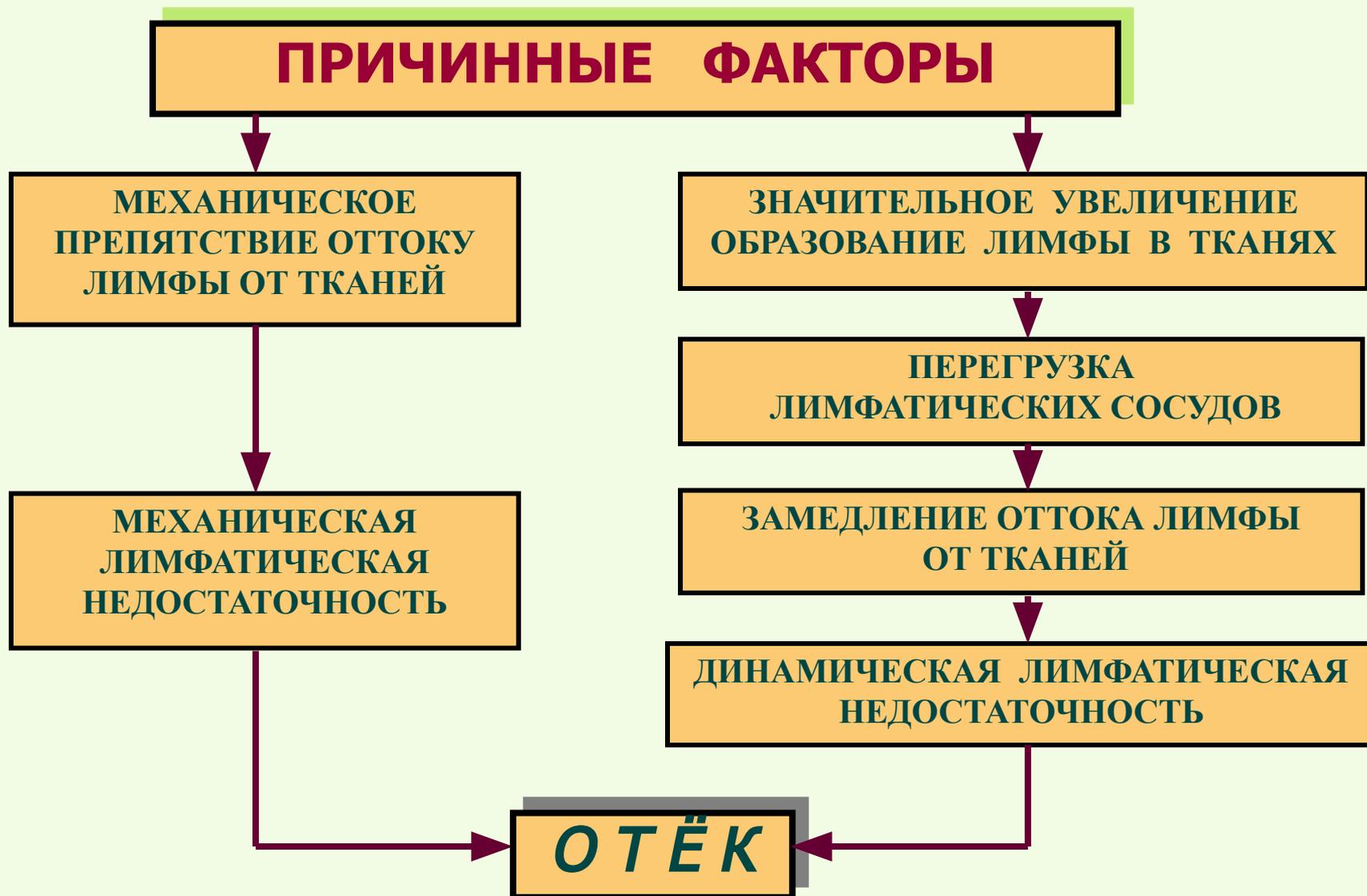


\* ЭГД - эффективное гидростатическое давление  
ЭОВС - эффективная онкотическая всасывающая сила

# ПРИЧИНЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ЛИМФОГЕННОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЕКА



# МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ЛИМФОГЕННОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЁКА



# ПРИЧИНЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ОНКОТИЧЕСКОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЁКА

**ГИПОПРОТЕИНЕМИЯ  
(ГИПОАЛЬБУМИНЕМИЯ)**

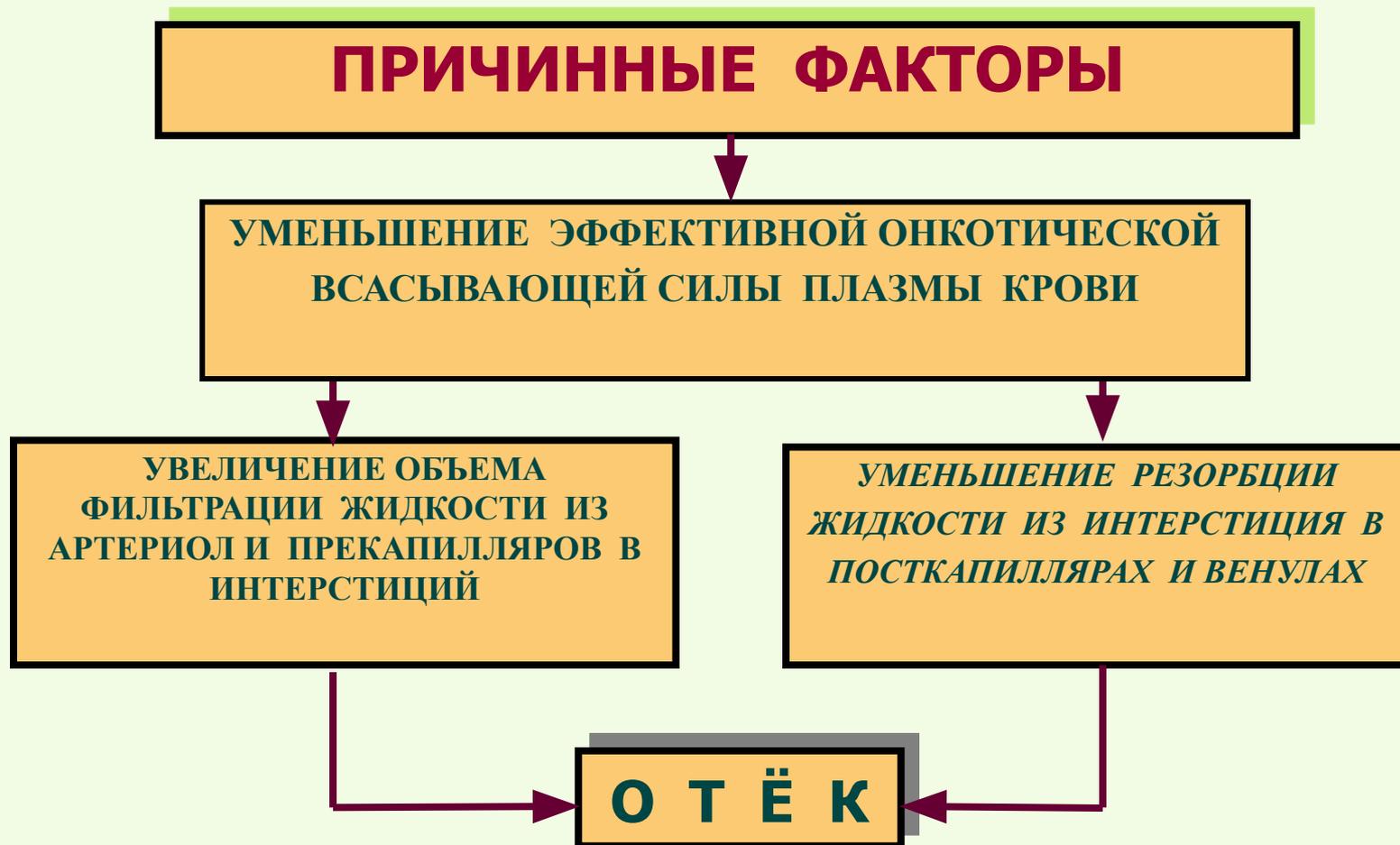
**ГИПЕРОНКЦИЯ  
ИНТЕРСТИЦИАЛЬНОЙ  
ЖИДКОСТИ**

**ПОВЫШЕНИЕ  
ГИДРОФИЛЬНОСТИ  
МОЛЕКУЛ БЕЛКА  
ИНТЕРСТИЦИАЛЬНОЙ  
ЖИДКОСТИ**

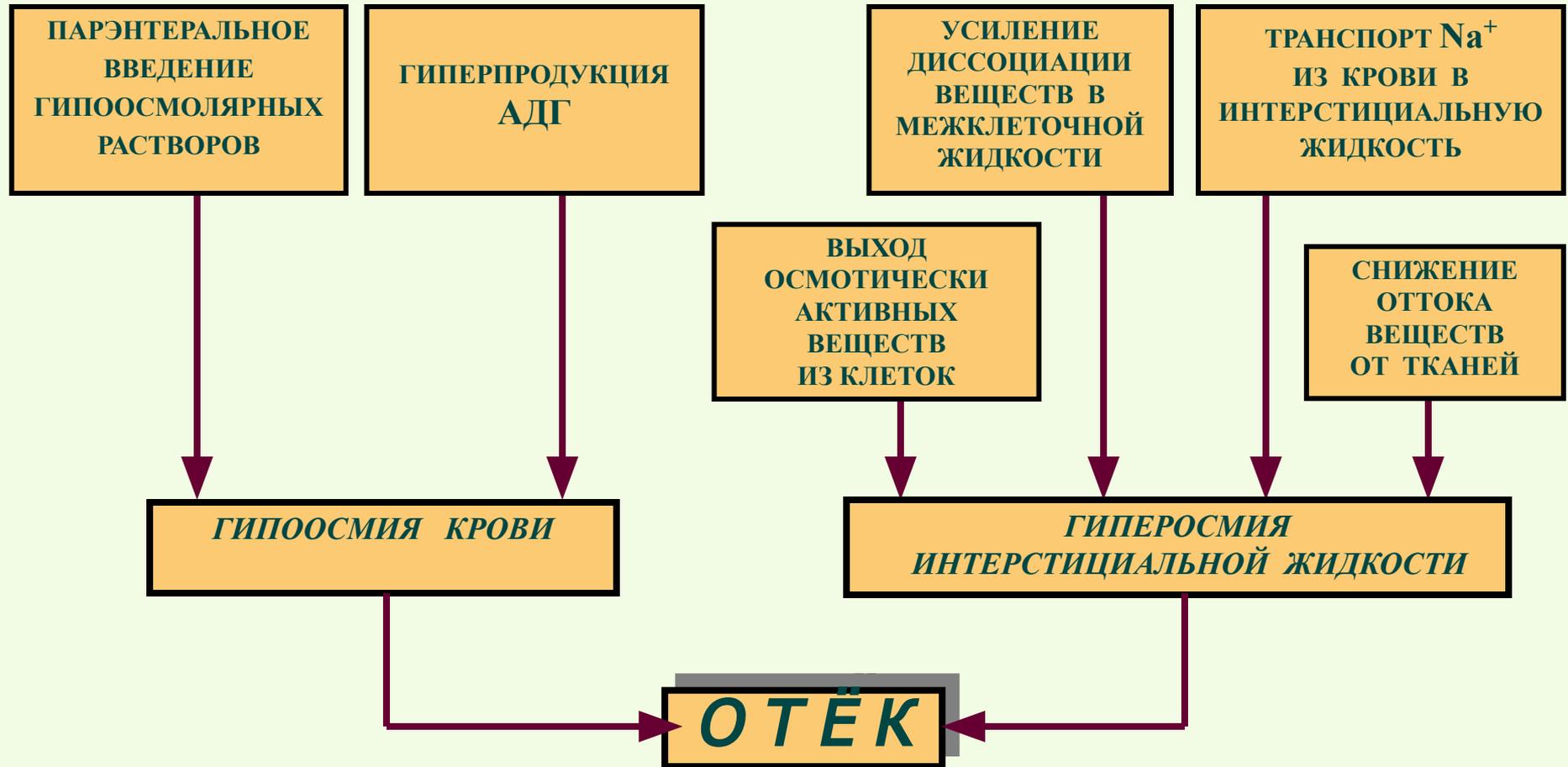
*УМЕНЬШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ОНКОТИЧЕСКОЙ  
ВСАСЫВАЮЩЕЙ СИЛЫ ПЛАЗМЫ КРОВИ*

**О Т Ё К**

# МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ОНКОТИЧЕСКОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЁКА



# ПРИЧИНЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ОСМОТИЧЕСКОГО ФАКТОРА ОТЁКА



# МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСМОТИЧЕСКОГО ФАКТОРА ОТЁКА



# ПРИЧИНЫ ВКЛЮЧЕНИЯ МЕМБРАНОГЕННОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЁКА



# МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ МЕМБРАНОГЕННОГО ФАКТОРА РАЗВИТИЯ ОТЁКА



# ПАТОГЕНЕЗ ОТЁКА ПРИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ



ЭГД - эффективное гидростатическое давление, ЭОВС - эффективная онкотическая всасывающая сила,

# ПАТОГЕНЕЗ ОТЁКА ЛЕГКИХ ПРИ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

*СНИЖЕНИЕ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА*

*УВЕЛИЧЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО СИСТОЛИЧЕСКОГО  
ОБЪЁМА КРОВИ В ЛЕВОМ ЖЕЛУДОЧКЕ*

*ПОВЫШЕНИЕ КОНЕЧНОГО ДИАСТОЛИЧЕСКОГО  
ОБЪЁМА И ДАВЛЕНИЯ В ЛЕВОМ ЖЕЛУДОЧКЕ*

*УВЕЛИЧЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ КРОВИ В СОСУДАХ ЛЁГКИХ*

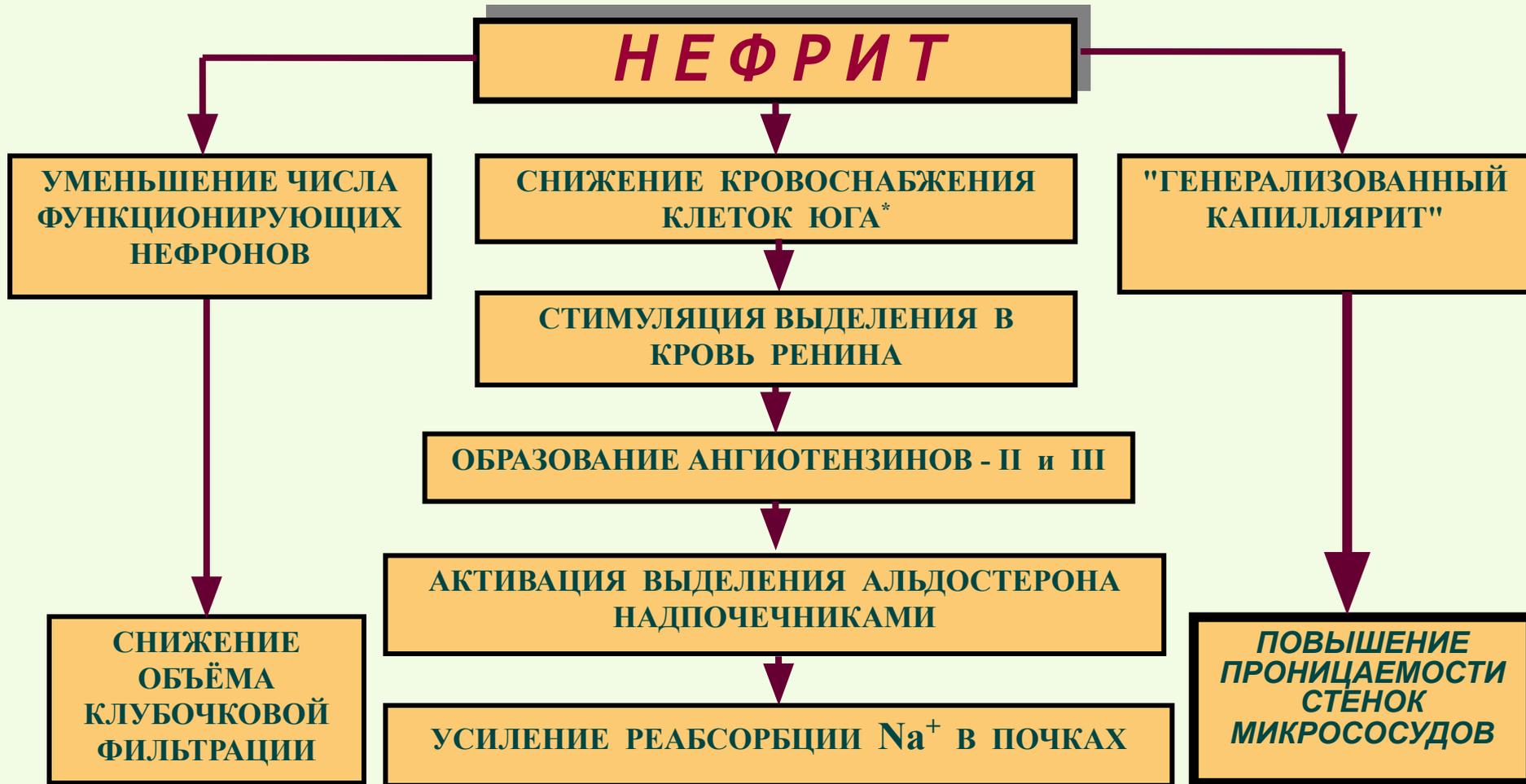
*ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ЛЁГКИХ*

*УВЕЛИЧЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ  
ЖИДКОСТИ В АРТЕРИАЛЬНОЙ  
ЧАСТИ КАПИЛЛЯРОВ ЛЕГКИХ*

*СНИЖЕНИЕ РЕАБСОРБЦИИ  
ЖИДКОСТИ В ВЕНОЗНОЙ  
ЧАСТИ КАПИЛЛЯРОВ*

*ОТЁК*

# ПАТОГЕНЕЗ ОТЁКА ПРИ НЕФРИТАХ (1)



\*ЮГА - юкстагломерулярный аппарат

# ПАТОГЕНЕЗ ОТЁКА ПРИ НЕФРИТАХ (2)



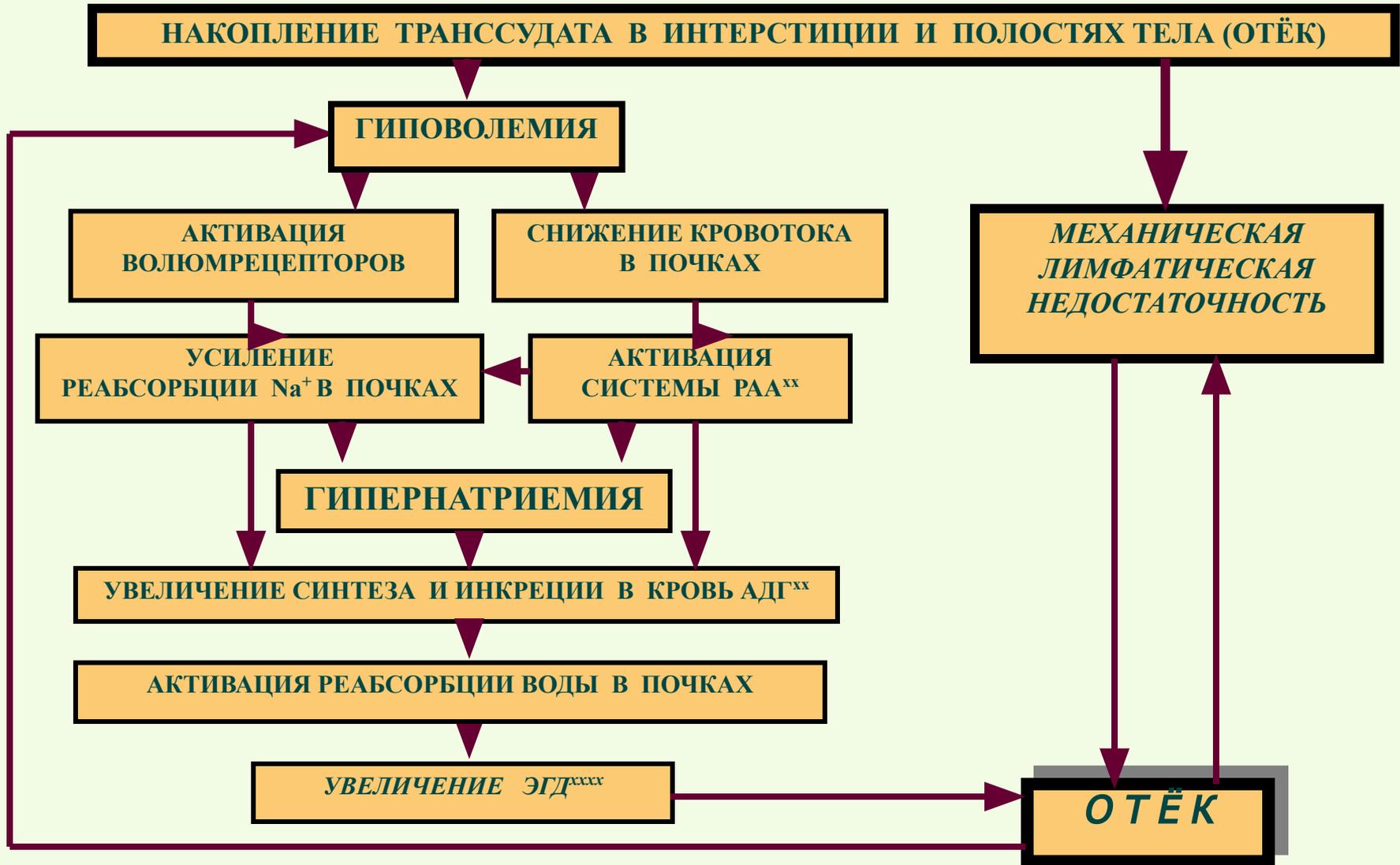
\* АДГ - антидиуретический гормон

# ПАТОГЕНЕЗ ОТЁКА ПРИ НЕФРОЗАХ (1)



ЭОВС - эффективная онкотическая всасывающая сила

# ПАТОГЕНЕЗ ОТЁКА ПРИ НЕФРОЗАХ (2)



<sup>x</sup>ЭОВС - эффективная онкотическая всасывающая сила

<sup>xx</sup>РААС - ренин-ангиотензин-альдостероновая

система <sup>xxx</sup>АДГ - антидиуретический гормон

<sup>xxxx</sup>ЭГД - эффективное гидростатическое давление

| <b>Виды отеков</b>  | <b>Ведущие патогенетические факторы отеков</b>   |
|---|--|
| <b>Сердечные</b>  | Гемодинамический (венозный застой) и нейроэндокринный (РААС)   |
| <b>Почечные:</b><br>• нефритические<br>• нефротические              | Нейроэндокринный и сосудистый (системное повреждение капилляров)<br>Онкотический →<br>(протеинурия, ведущая к гипопроотеинемии)<br>и нейроэндокринный (↓ОЦК→↑альдостерона) |
| <b>Печеночные</b>   | Онкотический фактор (нарушение синтеза белка) и нейроэндокринный фактор (нарушение инактивации альдостерона)   |
| <b>Кахектические (голодные)</b>                                     | Онкотический фактор  |
| <b>Воспалительные</b><br><b>Токсические</b><br><b>Аллергические</b> | Гемодинамический, сосудистый, тканевой факторы   |
| <b>Нейрогенные</b>  | Сосудистый фактор и нейроэндокринный   |
| <b>Микседематозный отек</b>   | Тканевой фактор  |

# ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ОТЁКОВ

ПРИНЦИПЫ

ЭТИОТРОПНЫЙ

ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ

СИМПТОМАТИЧЕСКИЙ

МЕТОДЫ

НОРМАЛИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО  
ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

УСТРАНЕНИЕ  
(УМЕНЬШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ)  
ОСМОТИЧЕСКОГО ФАКТОРА ОТЁКА

УСТРАНЕНИЕ  
ЛИМФАТИЧЕСКОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

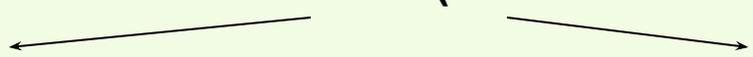
НОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ  
СТЕНОК МИКРОСОСУДОВ

НОРМАЛИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ  
ОНКОТИЧЕСКОЙ ВСАСЫВАЮЩЕЙ СИЛЫ

# НАРУШЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТНОГО ОБМЕНА

## Нарушения обмена натрия

НАТРИЙ ( 140 ммоль/л)



### 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 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



Благодарю за внимание!

