

# ШОК

| Гиповолемический | Аллергический      | Септический |
|------------------|--------------------|-------------|
| Геморрагический  | Анафилактический   | Септический |
| Травматический   | Гемотрансфузионный |             |
| Ожоговый         |                    |             |

# Основное звено патогенеза

| Гиповолемический | Аллергический                                   | Септический  |
|------------------|---|--|
| Дефицит ОЦК      | Дефицит ОЦК за счет миграции в 3-е пространство | Комбинированное:<br>- дефицит ОЦК за счет миграции в 3-е пространство<br>- дефицит ОЦК за счет недостаточного поступления жидкости<br>- интоксикация |

# ШОК - патогенез

| Гиповолемический  | Аллергический   | Септический  |
|---|---|--|
| Геморрагический – дефицит ОЦК   | Анафилактический – БАВ - дефицит ОЦК за счет миграции в 3-е пространство          | Дефицит ОЦК за счет миграции в 3-е пространство          |
| Травматический – боль (БАВ миграция жидкости в 3-е пространство) + дефицит ОЦК          | Гемотрансфузионный – БАВ - дефицит ОЦК за счет миграции в 3-е пространство - ОПН! | -дефицит ОЦК за счет недостаточного поступления жидкости |
| Ожоговый - боль (БАВ миграция жидкости в 3-е пространство) + дефицит ОЦК за счет плазмы |   | - интоксикация   |

# ШОК - лечение

| Гиповолемический   | Аллергический  | Септический   |
|--|--|---|
| Геморрагический:<br>Остановка кровотечения<br>восполнение ОЦК Кол+Кр<br>ГКС 90 – 150 мг<br>Дофамин                       | Анафилактический –<br>ГКС до 1000 мг<br>Адреналин<br>восполнение ОЦК Кол+Кр<br>Дофамин   | ГКС до 300 мг<br>восполнение ОЦК Кол+Кр<br>Дофамин<br>Хирургическое лечение +<br>бактериостатические<br>антибиотики |
| Травматический<br>Остановка<br>кровотечения,<br>наркотич. аналг.<br>восполнение ОЦК Кол+Кр<br>ГКС 90 – 180 мг<br>Дофамин | Гемотрансфузионный<br>ГКС до 1000 мг<br>Адреналин<br>восполнение ОЦК Кол+Кр<br>Дофамин<br>Форсированный диурез<br>или гемодиализ | -Детоксикация методами<br>гравитационной хирургии<br>крови  |
| Ожоговый - наркотич.<br>аналг.<br>восполнение ОЦК  |  |   |

**Водно-электролитные  
нарушения у  
хирургических  
больных и принципы  
инфузионной терапии**

## Критическое состояние –

это состояние больного, при котором наблюдаются расстройства физиологических функций и нарушения деятельности отдельных систем, которые не могут быть ликвидированы путем саморегуляции и требуют частичной или полной коррекции или замещения.

# Общая вода организма (ОВО)

- ОВО составляет около 60% массы тела мужчины и около 50% массы тела женщины.
- $ОВО (л) \text{ для взрослого} = \frac{\text{масса тела (кг)}}{X}$   
0,6 (мужчины) или на 0,5 (женщины)

# Водные разделы организма

- **Внутриклеточное пространство**  
(около 28 л)
- **Внеклеточное пространство:**
  - *внутрисосудистое пространство*
  - *межтканевое пространство*
  - *межклеточное пространство*

**Внутриклеточное  
пространство (л) =**

**общая вода организма (л) –  
внеклеточное пространство (л)**

# Внеклеточное пространство:

жидкость кровеносной и  
лимфатической систем,  
составляющая 20-25 % массы  
тела

Внеклеточное пространство (л) =  
масса тела (кг) x 0,2

**Внутрисосудистое пространство:**  
(соответствует объему плазмы)

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

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

Межтканевое (интерстициальное)  
пространство — это жид-  
кость внеклеточного и  
внесосудистого прост-  
ранств, составляющая  
вместе с лимфой 15-18%  
массы тела

## Межклеточная (трансцеллюлярная) жидкость

### Жидкость полостей организма:

- просвет ЖКТ, включая желчь и секрет pancreas (около 8 л в сутки)
- ликвор и внутрисуставная жидкость (300-400 мл)

Трансцеллюлярная жидкость составляет 0,5 – 1% массы тела

# Элементы контроля водного и электролитного балансов

- Поступление воды (суточная потребность -1000-2500 мл)
- Диурез (60 мл/ч или 1500-2000 мл/сут.)
- Клинические признаки
- Внешний вид языка
- Тонус глазных яблок
- Масса тела
- Изменения АД и пульса
- Отеки и влажные хрипы в легких
- Исследование ОЦК

## Дефицит ОЦК и его клинические проявления

### Объем дефицита (л):

Менее 1,5 л

1,5 – 4 л

Свыше 4 л

### Клинические симптомы:

#### Жажда

Выраженная жажда, сухость полости рта, языка, гипернатремия, увеличение плотности мочи

Непереносимая жажда, гипернатремия, олигоурия, снижение массы тела, повышение гематокрита, апатия, ступор

**«Третьим пространством»**  
называется область человеческого тела, куда временно перемещается жидкость (при этом имеется в виду, что два первых пространства представлены клеточным и внеклеточным водными секторами).

# Нарушения водного баланса

**Гипергидратация**

(избыток воды)

Гипертоническая

Изотоническая

Гипотоническая

**Дегидратация**

(дефицит воды)

# Гипертоническая дегидратация

## (дефицит воды)

- **Причины:** *недостаточное поступление жидкости, потеря жидкости*
- **Клиника:** *жажда, слабость, апатия, беспокойство, сухость кожи, сухой красный язык, затрудненное глотание, гипертермия, олигоурия, падение ударного объема сердца, затемнение сознания, судороги, кома*
- **Патофизиология:** *высокое коллоидно-осмотическое давление в сосудистой системе, преимущественное поражение клеток и интерстициальной ткани*
- **Диагностика:** *анамнез, клиника, лабораторные данные*
- **Терапия:** *внутривенное введение 5% раствора глюкозы. Показатель эффективности лечения – снижение концентрации натрия плазмы до 140 ммоль/л, увеличение диуреза*

# Изотоническая дегидратация

(дефицит воды при нормальном осмотическом давлении плазмы)

- **Причины:** рвота, свищи органов ЖКТ, диарея, высокая тонкокишечная непроходимость, перитонит, обширные ожоги, язвенный колит, кровопотеря, длительный прием диуретиков
- **Клиника:** жажда, тошнота, рвота, апатия, тахикардия, гипотония, олигоурия, шок
- **Патофизиология:** при изотонической дегидратации преимущественно страдает внеклеточное пространство. На первом плане стоят нарушения кровообращения.
- **Диагностика:** анамнез, нарушения функции сердечно-сосудистой системы, лабораторные данные. Повышение концентрации натрия в плазме на каждые 3 ммоль/л сверх 145 ммоль/л свидетельствует о потере 1 л чистой воды
- **Терапия:** основная инфузионная среда – изотонические солевые растворы.

# Срочное определение объема инфузионной терапии

$$\text{Дефицит воды (л)} = \left(1 - \frac{40}{\text{гематокрит}}\right) \times 20\% \text{ массы тела}$$

# Гипотоническая дегидратация (хронический дефицит электролитов)

- **Причины:** сильное потоотделение, рвота и понос, промывание кишечника и желудка водой, хронический пиелонефрит, полиурическая стадия ОПН, надпочечниковая недостаточность, длительный прием диуретиков и слабительных
- **Клиника:** симптоматика обусловлена уменьшением внутриклеточного пространства и перенасыщением клеток водой. Ортостатические нарушения, гипотония, тахикардия, олигоурия, отсутствие жажды, лихорадка
- **Патофизиология:** возникает при потреблении жидкостей, бедных электролитами и в случае значительного образования эндогенной воды (при преобладании катаболизма)
- **Диагностика:** клиника, определение дефицита солей
- **Лечение:** компенсация дефицита натрия

$$\text{Дефицит натрия} = (142 \text{ ммоль/л} - \text{Na}_{\text{факт.}}) \times \text{масса тела} \times 0,1$$

(ммоль/л)

# Гипертоническая гипергидратация

(избыток воды и солей, гиперосмолярность плазмы и одновременное обезвоживание клеток)

- **Причины:** *питье морской воды, обильные инфузии изо- и гипертонических растворов, ОПН, острый гломерулонефрит, опухоли надпочечников*
- **Клиника:** *повышенное ЦВД, отек легких, анасарка, жажда, покраснение кожи, гипертермия, беспокойство, кома, риск остановки сердца*
- **Патофизиология:** *дегидратация клеток, потеря калия клетками*
- **Диагностика:** *натрий плазмы выше 147 ммоль/л, сокращение диуреза при переливании больших объемов солевых растворов*
- **Лечение:** *лечение основного заболевания, ограничение приема жидкости и натрия, компенсация дефицита белков, применение диуретиков*

# Изотоническая гипергидратация

(избыток воды при нормальном осмотическом давлении плазмы)

- **Причины:** чрезмерное введение солевых растворов при нарушенной функции почек, при опухолях надпочечников, заболевания сердца с отеками, цирроз печени с асцитом, 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. При наличии отеков организм перенасыщен водой, но она не используется в метаболизме, увеличивается реабсорбция натрия и выведение калия
- **Диагностика:** выявить органические нарушения, при которых имеется склонность к задержке натрия и воды
- **Лечение:** лечение основного заболевания, ограничение приема жидкости и натрия, компенсация дефицита белка, применение диуретиков

# Гипотоническая гипергидратация

(перенасыщение клеток водой, падение осмотического давления плазмы)

- **Причины:** *чрезмерное введение бессолевых растворов при ограниченной функции почек, ОПН, послеоперационный период, повышенная секреция вазопрессина, дефицит энергии*
- **Клиника:** *слабость, помрачение сознания, судороги, кома, анизокория, повышение рефлексов, рвота, понос, повышение, а затем падение АД, полиурия с пониженной плотностью мочи, затем олигоурия и анурия)*
- **Патофизиология:** *падение осмотического давления плазмы ведет к перенасыщению клеток водой и потере калия*
- **Диагностика:** *болезни сердца, печени, почек в анамнезе, сведения о способе и объеме полученной жидкости, дифференцировка гипотонической де- и гипергидратации*
- **Лечение:** *устранить причины гипергидратации, пробное введение Na при судорогах, прекратить введение Na при его концентрации в плазме более 130 ммоль/л, диуретики для удаления избытка воды*

**При появлении неврологических или психических расстройств у оперированных больных нужно думать о перенасыщении водой!**

**Помнить, что при повышении концентрации натрия в плазме крови эффективность диуретиков повышается !**

# Нарушения обмена натрия

(Нормальная концентрация натрия: в плазме 137-147 ммоль/л,  
в моче не ниже 60 ммоль/л)

**Гипонатремия** (концентрация Na в плазме ниже 135 ммоль/л):

- Тяжелые заболевания со снижением диуреза
- Посттравматические и послеоперационные состояния
- Избыточное поступление воды в организм в антидиуретической фазе послеоперационного или посттравматического состояния
- Потеря натрия внепочечным путем (рвота, диарея, «третье пространство» при ОКН, тонкокишечные и дуоденальные свищи, обильное потоотделение)
- Бесконтрольное применение диуретиков

# Гипернатремия

(концентрация натрия в плазме выше 150 ммоль/л)

- Дегидратация при водном истощении (повышенные потери воды через дыхательные пути при одышке, через трахеостому, при ИВЛ неувлажненным кислородом, открытом лечении ожогов, длительном потении)
- Солевая нагрузка организма (кормление через зонд концентрированными смесями без соответствующего введения воды, при питании через гастростому)
- Несахарный диабет

# Нарушения обмена калия

(концентрация калия в плазме в норме составляет 3,5 – 5,5 ммоль/л)

## **Гипокалемия** (концентрация калия в плазме ниже 3,5 ммоль/л)

- Потери желудочно-кишечных жидкостей
- Длительное лечение осмодиуретиками, диабетическая глюкозурия
- Уменьшение потребления или неадекватное введение калия в послеоперационном периоде
- Предсуществующий дефицит калия, усилившийся в послеоперационном периоде
- Длительное введение стероидных гормонов
- Дилуционная гипокалемия в фазе регидратации после острой или хронической дегидратации
- Хроническая почечная недостаточность

## Гиперкалемия (концентрация калия в плазме выше 5,5 ммоль/л)

- Острая и хроническая почечная недостаточность
- Острая дегидратация
- Обширные травмы, ожоги или крупные операции на фоне тяжелых заболеваний
- Шок
- Быстрая инфузия концентрированного (0,4%) раствора, содержащего более 50 ммоль/л калия

# Лечение гипокалемии

Внутривенное введение раствора хлорида калия, концентрация которого не более 40 ммоль/л

**1 грамм хлорида калия содержит 13,6 ммоль чистого калия**

**Для получение раствора нужной концентрации в 1 л воды растворить 3,3 г. калия**

# Лечение гиперкалемии

- Внутривенное введение лазикса (240-1000 мг) для достижения диуреза не менее 1 л в сутки с нормальной плотностью мочи
- Направить часть внеклеточного калия в клетку, связав его синтезом гликогена. Для этого ввести внутривенно около 1 литра 10% глюкозы с инсулином (1 ед. инсулина на 4 г чистой глюкозы).

## Инсулин вводить подкожно !!!

- Для ликвидации ацидоза вводят около 42 ммоль бикарбоната натрия (около 3,5 г) в 200 мл 5% раствора глюкозы
- Для защиты миокарда глюконат кальция внутривенно
- При отсутствии эффекта терапии - гемодиализ

Сохранение постоянства КЩС определяется наличием в организме двух систем, препятствующих сдвигу рН крови и сред организма, - так называемых буферных и физиологических систем.

*Буфер* – это смесь слабой кислоты и её соли, образованной сильным основанием. Кислота находится в таком состоянии, что она способна выравнивать («забуферивать») концентрацию ионов водорода

# Буферные системы организма

- **Бикарбонатная буферная система крови**  
(смесь  $H_2CO_3$  и  $NaHCO_3$ )
- **Фосфатная буферная система**  
(смесь  $NaH_2PO_4$  и  $Na_2HPO_4$ )
- **Буферная система белков крови** (белки крови имеют свойства слабых кислот и в смеси с солью сильного основания образуют буферную систему)
- **Буферная система гемоглобина** (действие системы обусловлено наличием двух форм гемоглобина – **оксигемоглобина** и **восстановленного гемоглобина**)

Буферные системы, встречаясь с агрессором, – сильной кислотой или сильным основанием (поступающими извне или образующимися в организме) проявляют свои буферные свойства и превращают их в слабые.

Пример:



# Физиологические системы регуляции КЩС

- Легкие
- Почки
- Печень
- Желудочно-кишечный тракт

## Показатели кислотно-щелочного состояния (по методу Зиггарда-Андерсена на аппарате Аструпа)

- pH - 7,35 – 7,45
- $PCO_2$  - парциальное давление углекислого газа  
(в норме 36 -44 мм рт. ст.)
- SB - стандартный бикарбонат (содержание  $HCO_3$ ) в норме 20 – 27 ммоль/л
- BB - сумма оснований всех буферных систем крови (норма 40 – 60 ммоль/л)
- BE - избыток или дефицит оснований –  $\pm 2,3$  ммоль/л

Положительное значение BE указывает на избыток оснований (или дефицит кислот), отрицательное значение – на дефицит оснований (или избыток кислот)

# Метаболический ацидоз

## Причины:

- **Гипоксия, шок** (*образование органических кислот*)
- **ОПН или ХПН**
- **Дегидратация** (*в результате большой потери содержимого тонкой кишки, желчи, панкреатического сока, диареи*)
- **Сахарный диабет, голодание, лихорадка**
- **Состояние после пересадки мочеточников в сигмовидную кишку**
- **Тяжелая адреналовая недостаточность**

Снижение в крови показателей SB и BB, увеличение отрицательной величины BE, компенсаторное снижение  $p\text{CO}_2$ , при декомпенсированных стадиях снижается pH

# Дыхательный (респираторный) ацидоз

Характеризуется значением pH крови ниже 7,38

## Причины:

- Гиповентиляция при бронхиальной астме, эмфиземе легких, расстройства дыхания в послеоперационном периоде, трахеобронхиальная непроходимость, неверный выбор параметров ИВЛ
- Веноартериальное шунтирование в легких (шоковое легкое, обширные ателектазы, пневмония)

## Метаболический алкалоз

(состояние дефицита водородных ионов в крови -  $\text{pH} > 7,45$ ; избыток оснований -  $\text{SB} > 29$  ммоль/л;  $\text{BE}$  со знаком  $+$  выше 2,3 ммоль/л)

### Причины:

- Дефицит калия в связи с его потерей или ограниченным поступлением
- Потеря водородных ионов и хлоридов (многократная рвота, дренаж желудка)
- Введение избыточных количеств бикарбоната или цитрата натрия (при массивных гемотрансфузиях)
- Олигоурия с задержкой натрия и бикарбоната
- Длительное и бесконтрольное введение диуретиков (особенно хлортиазидов)
- Альдостеронизм
- Длительное введение стероидных гормонов

# Дыхательный (респираторный) алкалоз

(снижение  $p\text{CO}_2 < 38$  мм рт.ст., повышение  $\text{pH} > 7,45 - 7,5$ )

## Причины:

- **Испуг и боль**
- **Лихорадка** (особенно в сочетании с пневмонией)
- **Острая печеночная недостаточность**
- **Гипервентиляция при ИВЛ**
- **Травма ЦНС**
- **Сепсис**
- **Интоксикация салицилатами**

# Лечение водно-электролитных расстройств

## Общие рекомендации:

- Оценить количественно дефицит или избыток воды и электролитов
- Определить длительность инфузионной терапии
- Рассчитать потребность в воде и электролитах, исходя из дефицитов
- Доза воды и электролитов соответствует половине установленного дефицита + покрытие нормальной суточной потребности
- Определить последовательность введения инфузионных растворов
- Оценивать эффективность терапии лабораторными методами
- Оценивать состояние больного в каждом новом периоде лечения так, как будто это делается в первый раз и планировать новый этап лечения по изложенным правилам
- Оценивать в конце лечения его результат

# Правила проведения инфузионной терапии

- Для длительной инфузионной терапии необходима катетеризация центральной вены
- Использовать только заводские растворы
- Перед началом инфузии определить порядок введения растворов и занести его в карту, которая составляется каждые сутки
- На этикетке флакона и в карте отметить дату и время начала и конца переливания
- Предельная скорость переливания раствора – 500 мл/час (120-130 кап./мин.). Предельная скорость введения гипертонических растворов – 200 мл/ч (50 кап./мин.), изотонических без контроля ЦВД – 600 мл/ч, (150 кап./мин.)
- Скорость внутривенного введения калия не более 20 ммоль/ч
- Вены нижних конечностей использовать в крайних случаях
- При скорости введения более 500 мл/ч – контролировать ЦВД
- Контроль электролитов крови и мочи, а также гематокрита после введения каждых 5 л растворов

# Инфузионные среды

(последовательность введения)

- **Объемозамещающие растворы**  
(плазма, кровь)
- **Базисные инфузионные растворы**  
(растворы глюкозы, электролитов)
- **Корригирующие инфузионные растворы**  
(растворы электролитов и гидрокарбоната натрия)
- **Растворы диуретиков** (для восстановления диуреза и профилактики почечной недостаточности)

**Инфузионная терапия –  
это метод лечения,  
направленный на  
поддержание или  
восстановление  
нормального объема  
и состава жидких сред  
организма**

## При проведении инфузионной терапии необходимо учитывать:

- **Характер и длительность предшествующих потерь, возможность задержки воды и электролитов в организме**
- **Количественная и качественная характеристика потерь и поступлений**
- **Состояние водно-электролитного баланса по данным клинического и лабораторного обследования больного**

# Типичные варианты нарушений водно-электролитного баланса

- **Острая гиповолемиа** (снижение ОЦК, спазм сосудов почек, тканевая гипоксия, ацидоз)
- **Ограничение поступления жидкостей** (дегидратация, гиперосмолярность плазмы, олигоурия, увеличение концентрации мочевины крови,  $\text{Na}^+$  и хлора. Падение ОЦК, МОС, АД, гипоксемия)
- **Изменение объема внеклеточной жидкости** (дегидратация, снижение уровня  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , увеличение мочевины крови; увеличение объема внеклеточной жидкости ведет к асцитам, отекам, снижению белка плазмы, расстройствам сердечной деятельности)
- **Изменение объема внутриклеточной жидкости** (клеточная дегидратация – жажда, гипотензия, олигоурия; клеточная гипергидратация – судороги, кома).
- **Форсированный диурез** (опасность дегидратации и дефицита солей)
- **Олигоурия** (задержка продуктов метаболизма, гиперкалемия, ацидоз)
- **Нарушения газообмена**

## Выбор метода инфузионной терапии

### ● **Метод восстановления суточных потерь:**

Объем инфузионной терапии соответствует объему всех потерь жидкостей за предыдущие сутки. Измеряют диурез, отделяемое из дренажей, стул, учитывают потоотделение, перспирацию.

Измерив потери, можно судить о дефиците электролитов по таблицам состава биологических средств.

### ● **Метод восстановления дефицитов:**

доступными методами определяют ОЦК, водные пространства организма и ионный состав средств. Затем устанавливают фактические дефициты жидкости и солей и определяют объем и состав инфузионных средств

# Принципы гидратации

- Объем инфузируемой жидкости из расчета 30-40 мл/кг в день
- Своевременное устранение дефицита крови и жидкостей
- Объем инфузии подлежит динамической коррекции
- Объем инфузии складывается из суммы дефицита жидкости и суточной потребности организма
- Ренальные потери жидкости компенсируют 5% глюкозой,
- а потери внеклеточной жидкости – полиионными растворами
- Потери крови возмещают кровью ( $Ht=0,3-0,28$ ) или плазмой
- Специальная коррекция дефицита  $K^+$  и гидрокарбоната натрия
- Дополнительная коррекция дефицита  $Ca^+$ ,  $Mg^+$  и белков
- Наилучшее время проведения инфузий: с 6.00 до 24.00
- Мониторинг АД, ЧСС, ЧД, температуры, ЦВД, диуреза, др. потерь
- При ухудшении состояния – прекратить инфузию до выяснения причин ухудшения

## Экстренная коррекция гиповолемии

- **Инфузионные среды должны быстро устранять дефицит крови и внеклеточной жидкости:** использовать препараты гемодинамического действия: высокомолекулярные декстраны, белковые препараты
- **Критерии оптимального объема инфузии:** систолическое АД > 100 мм рт.ст., ЦВД = 120-150 мм вод.ст., стабильный диурез > 40 мл/час
- **При ЦВД > 120** мм вод.ст. и низком АД – снизить скорость инфузии, ввести сердечные гликозиды, вазотоники. При ЦВД ≥ 150 мм вод.ст. может наступить отек легких
- **Гиповолемия и гипотензия**, устойчивые к инфузии могут быть следствием снижения периферического сопротивления сосудов – ввести вазопрессоры
- **Ганглиоблокаторы и α-адреноблокаторы** увеличивают емкость сосудистого русла – увеличить объем инфузии
- **Необходимость** выведения избытка жидкости

# Осложнения инфузионной терапии

- **Осложнения, связанные с техникой проведения инфузии и путём введения сред:** гематомы, повреждения органов, флебиты, тромбозы, эмболии, сепсис
- **Изменения гомеостаза:** водная интоксикация, анасарка, ацидоз
- **Специфические осложнения:** трансфузионные реакции, связанные с введением холодных растворов, бактериально загрязненных сред, передозировка препаратов калия, побочное действие компонентов инфузионных сред
- **Осложнения при переливании крови**
- **Перегрузка системы кровообращения**
- **Отек легких**
- **Анафилактический шок**