

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: - дефицит ОЦК за счет миграции в 3-е пространство - дефицит ОЦК за счет недостаточного поступления жидкости - 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: Остановка кровотечения восполнение ОЦК Кол+Кр ГКС 90 – 150 мг Дофамин	Анафилактический – ГКС до 1000 мг Адреналин восполнение ОЦК Кол+Кр Дофамин	ГКС до 300 мг восполнение ОЦК Кол+Кр Дофамин Хирургическое лечение + бактериостатические антибиотики
Травматический Остановка кровотечения, наркотич. аналг. восполнение ОЦК Кол+Кр ГКС 90 – 180 мг Дофамин	Гемотрансфузионный ГКС до 1000 мг Адреналин восполнение ОЦК Кол+Кр Дофамин Форсированный диурез или гемодиализ	-Детоксикация методами гравитационной хирургии крови
Ожоговый - наркотич. аналг. 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.

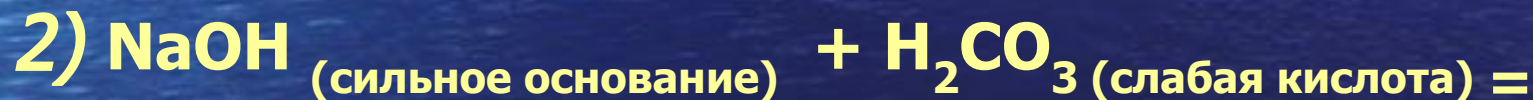
Буфер – это смесь слабой кислоты и её соли, образованной сильным основанием. Кислота находится в таком состоянии, что она способна выравнивать («забуферивать») концентрацию ионов водорода

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 - $pH > 7,45$; избыток оснований - $SB > 29$ ммоль/л; 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 неконтролируемое 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)
- **Корректирующие 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, Na^+ и хлора. Падение ОЦК, МОС, АД, гипоксемия)
- **Изменение объема внеклеточной жидкости** (дегидратация, снижение уровня Na^+ и 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**