

Клиническая физиология кислотно- щелочного равновесия

Профессор В.Д.Слепушкин

Декабрь 2015 год

**Основные продукты метаболизма клеток –
кислоты, диссоциирующие с освобождением
 H^+
($H_2O = H^+ + OH^-$)**

1 л воды содержит 10^{-7} г H^+

Кислая среда означает ингибирование метаболизма, лизис внутриклеточных структур с выходом ферментов и разрушением клеток.

Доказано, что развитие как
тяжелого ацидоза, так и алкалоза
увеличивает летальность

(Доказательство 1 уровня)

Защитные механизмы

- Буферные системы крови и тканей
- Изменение легочной вентиляции
- Изменение функции почек
- Система микроциркуляции



Буферные системы крови и тканей

- Гидрокарбонатная (55 %)

H_2CO_3 – угольная кислота(слабая кислота)

$NaHCO_3$ – бикарбонат натрия (слабая щелочь)



Буферные системы крови и тканей

- Гемоглобиновая (35 %)

HbO₂ — окисленная форма гемоглобина
(выполняет роль слабой кислоты)

Hb — восстановленная форма гемоглобина
(выполняет роль слабого основания)

Буферные системы крови и тканей

- Белковая (7%)

Учитываются амфотерные свойства белков

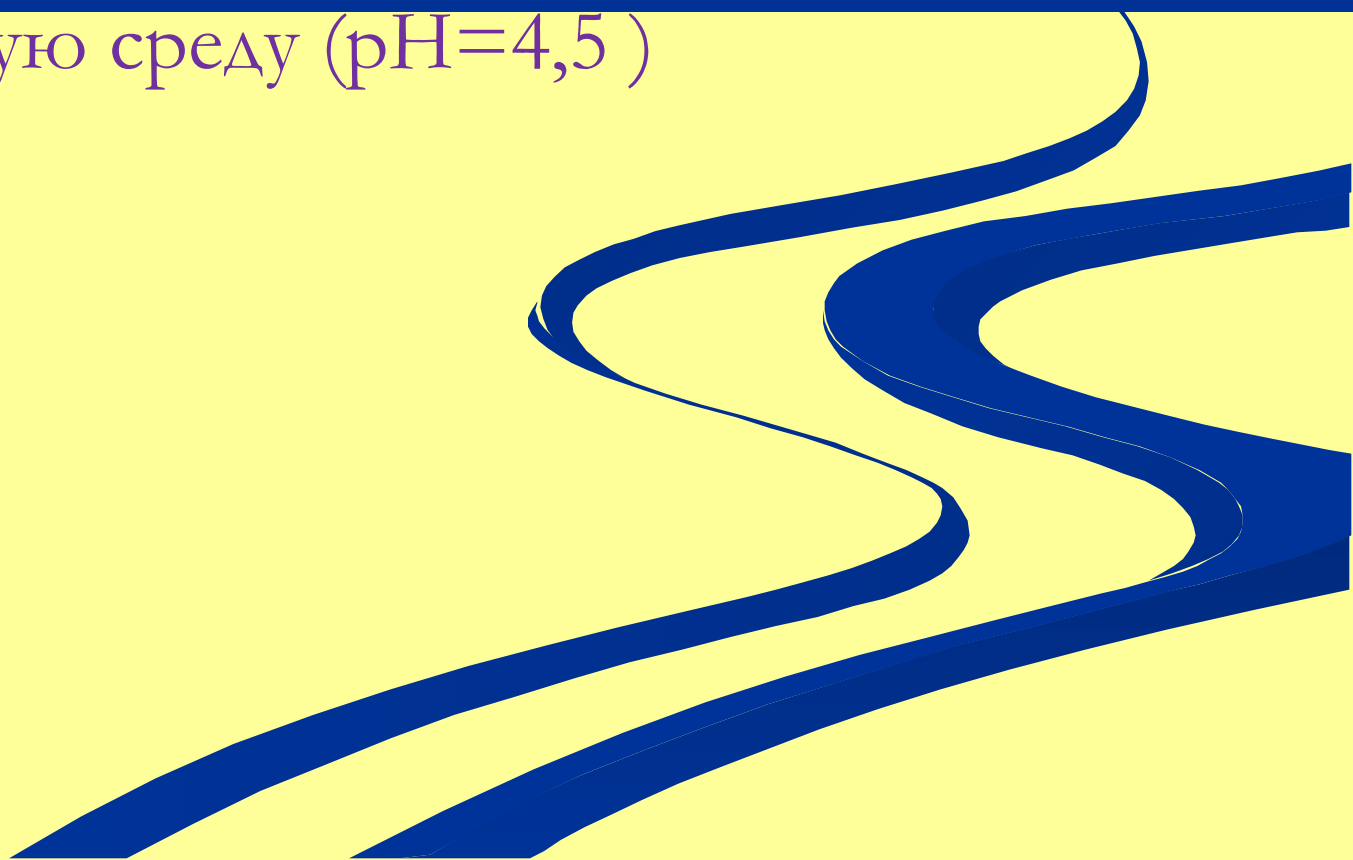
- Фосфатная (3%)



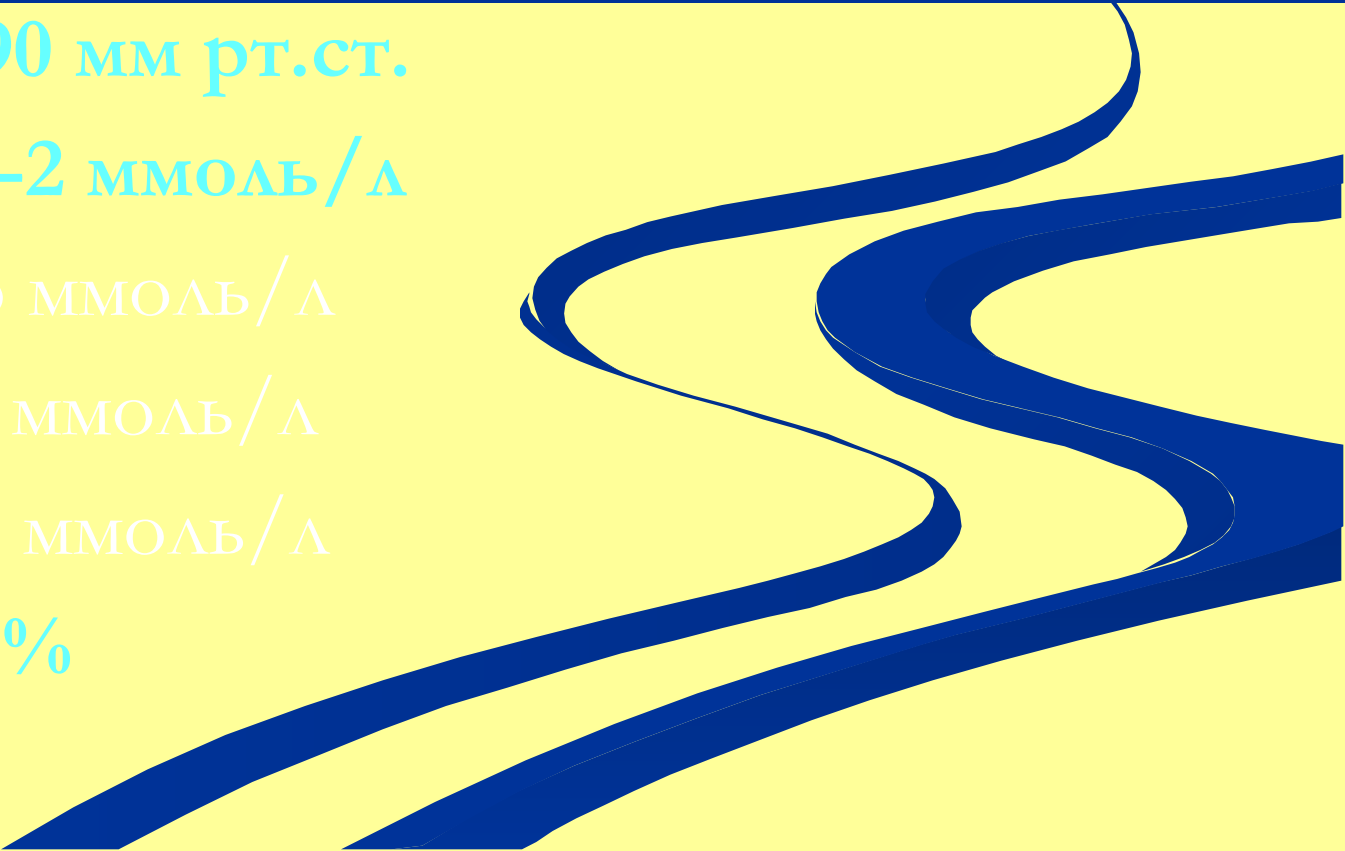
Кислотно-щелочное равновесие

В норме плазма здорового человека имеет щелочную среду($pH=7.45$) ,

Моча – кислую среду ($pH=4,5$)



Показатели КЩС венозной крови

- $pH = 7,35 - 7,45$
 - $pCO_2 = 35-45$ мм рт.ст.
 - $pO_2 = 65-90$ мм рт.ст.
 - $BE = +2 - -2$ ммоль/л
 - $AB = 22-25$ ммоль/л
 - $SB = 25-28$ ммоль/л
 - $BB = 42-52$ ммоль/л
 - $SvO_2 = 75\%$
- 

Три вопроса

- Ацидоз или алкалоз ?
- Метаболический или дыхательный ?
- Компенсированный или декомпенсированный ?

Пример 1

- $\text{pH}=7,07$
- $\text{BE}= -10$
- $\text{pCO}_2=38$

Пример 2

- $pH=7,10$
- $BE= -2$
- $pCO_2=56$

Пример 3

- $pH=7,56$
- $BE=+8$
- $pCO_2=40$

Пример 4

- $\text{pH}=7,54$
- $\text{BE}=+2$
- $\text{pCO}_2=23$

Виды расстройств КЩС

■ Метаболический ацидоз

Причины :

1. Экзогенные (введение кислот)

2. Эндогенные :

- неполное окисление жиров (кетоацидоз)
- Неполное окисление углеводов (лактоацидоз)
- Накопление неорганических кислот (ОПН.ХПН)
- Потеря бикарбонатов (свищи)

Дыхательный ацидоз

(неэффективное выведение CO₂ через легкие)

Причины :

- травмы грудной клетки
 - пневмония
 - отек легких
 - нарушение проходимости дыхательных путей
- 

Метаболический алкалоз

Причины:

- Введение щелочи
 - Потеря соляной кислоты (рвота)
 - Пониженное выведение бикарбонатов (панкреатит)
- 

Дыхательный алкалоз (увеличение элиминации CO_2)

Причины :

- гипервентиляция при ИВЛ
- ЧМТ
- церебральная форма жировой эмболии

Лечение метаболического ацидоза

- *Бикарбонат натрия (сода) — с 1917*
- *Лактат натрия (лактасоль или ацесоль)*
- *Трисамин (ТХАМ) — с 1957*
- *ПлазмаЛит, венофундин, стерофундин, ионостерил- с 2005*
- *Трометамол — с 2007*

Что же эффективнее ?

Терапия ацидоза основана на следующих
«китах» :

- 1.обеспечение адекватной доставки
кислорода к тканям (в том числе
улучшение микроциркуляции)
- 2.снижение потребления кислорода
тканями (напр.- седация)
- 3.стремление провести защелачивание
крови

Позиции 1 и 2 – снижение образования
лактата

До конца неизвестно, обладает ли
повышение рН, достигнутое
применением Бикарбоната Натрия,
целебными свойствами, хотя споры о
правомочности применения БН идут как
минимум с 1934 года

Бытует упрощенное мнение, что окном
клинициста в мир КОС является
артериальная кровь, якобы отражающая
точный рН внутри клетки.
Не рН, не PCO_2 в артерии не отражают
проявление внутриклеточного ацидоза.

Внутривенное введение соды повышает концентрацию натрия (сильного катиона), тем самым повышая рН, но параллельно происходит увеличение концентрации pCO_2 (Na H CO_3), что приводит к снижению рН !!

Даже когда БН вводится в центральную вену и защелачивает среду, его влияние на внутриклеточную среду может быть непредсказуемым !

Это объясняется тем, что при диссоциации БН образуется оксид углерода, молекула которого проникает в клетку в отличие от молекулы БН.

Там при участии воды образуются ионы водорода и интрацеллюлярная среда

закисляется.

Это усугубляет расстройства КОС !

Негативные эффекты применения БН

- Волемиическая нагрузка
- Внутриклеточное закисление среды
- Солевая нагрузка :
 - гипернатриемия
 - гиперосмолярность

Альтернатива БН

- *Трометамол* — органический аминопротонный акцептор, связывает протоны водорода, корректирует ацидоз, в том числе и внутриклеточный.

Лечение метаболического алкалоза

- Возместить дефицит К
- Сорбамин
- L – аргинин гидрохлорид (Фрезениус)
- Витамин В₁, Витамин С
- Реамберин, Ремаксол (янтарная кислота)
- Соляная кислота (4% раствор 100 мл растворяют в 1000 мл 5% раствора глюкозы)

Лечение дыхательного ацидоза

- Увеличение элиминации CO_2 – изменение параметров ИВЛ, назначение O_2

Лечение дыхательного алкалоза

- Нормализация параметров ИВЛ –
уменьшение ЧДД, ДО, МОД

Для чего показатель SvO₂ в % ?

- Показывает степень экстракции кислорода тканями (ERO₂). Является разницей между :

$$ERO_2 (\%) = SpO_2 - SvO_2$$

SpO₂ – насыщение артериализованной крови кислородом

SvO₂ – насыщение венозной крови кислородом

В норме – в пределах 25%.

Меньше 25% - гипоксия тканей

Больше 25% - гиперметаболизм

Благодарю за внимание !

Жду Ваших вопросов !

