



**ПАТОЛОГИЯ КОС. АЦИДОЗЫ И
АЛКАЛОЗЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ,
МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ,
ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА**

Лекция 28

Методы исследования

- **pH, парциальное давление двуокиси углерода (PCO₂) - потенциометрия.**
- **Бикарбонаты – номограмма.**
- **Избыток оснований – вычисление.**
- **Парциальное давление кислорода (pO₂) - электрохимический.**

Обеспечение качества определения параметров КОС

Условия достижения стабильного состояния для регистрации параметров КОС

Температура	Измерение необходимо проводить при температуре тела пациента или близкой к ней.
Дыхание: <ul style="list-style-type: none">• Спонтанное• Интубация, искусственная вентиляция легких;• После отключения от аппарата.	Пробу на анализ брать: Через 5 минут после достижения состояния покоя; Через 20-30 минут после начала вентиляции Через 5-10 минут.
Положение тела.	Сидя, лежа на спине или животе.
Инфузия, состояние гемодинамики, время взятия пробы.	Должны сообщаться в сопроводительной записке к пробе.

Температура пробы

при выполнении исследования должна соответствовать температуре тела пациента. Это связано с тем, что значение рН бикарбонатного буфера, а также растворимость CO₂ в крови прямо зависят от температуры. В большинстве анализаторов предусмотрено проведение измерений при какой-то одной температуре (чаще 37°C), что ведет к необходимости приведения полученных результатов в соответствие с температурой тела пациентов. Это является наиболее важным у больных с лихорадкой (температура тела выше 40°C), а также получающих лечение в условиях гипотермии (операции на открытом сердце).

Взятие крови

- Если измерение будет выполнено в течение 30 мин. После взятия крови, то неважно в какой шприц, стеклянный или пластиковый, взята кровь. Если же более 30 мин., лучше использовать стеклянные шприцы, а также предупредить взаимодействие между воздухом и пробой в шприце.
- При определении газов крови коммерческие вакутейнеры с отрицательным давлением использовать нельзя, так как в них происходит быстрое высвобождение газов пробы.
- Лиофилизированный литиевый гепарин (в конечной концентрации 50 МЕ/мл крови) – лучший антикоагулянт при определении параметров КОС. Использование литиевой соли гепарина вместо натриевой соли предупреждает искусственное повышение натрия в пробе примерно на 3 ммоль/л.

Процедура взятия артериальной крови

- Наиболее удобным является взятие крови шприцом 2-5 мл из радиальной, лучевой или бедренной артерии. Кровь берут из непережатого сосуда, чтобы измеренные параметры отражали состояние КОС организма, а не ткани, подвергшейся локальной гипоксии. Кровь не должна иметь контакта с атмосферным воздухом, т.е. взятая кровь должна оставаться в шприце без доступа воздуха (специального закупоривания иголки или шприца не требуется, нужно только избегать попадания пузырька воздуха в шприц). В то же время несколько секунд экспозиции крови на воздухе существенно не влияют на показатели КОС. Следует тщательно перемешать кровь с антикоагулянтом, чтобы не дать образоваться сгустку. Пробы должны быть, как можно быстрее доставлены к месту исследования.

Охлаждение пробы

- Если анализ не может быть выполнен в течение 10 минут, пробу необходимо поместить на лед. Это делается для подавления клеточного метаболизма и снижения изменений рН и газов крови.
-

Состав крови и показатели КОС.

- рО₂ может быть снижен из-за лейкоцитоза и ретикулоцитоза, так как лейкоциты и ретикулоциты особенно физиологически активны, потребляют кислород и вырабатывают СО₂. поэтому в таких случаях могут быть изменены, если лейкоцитов больше 40 тыс/л.
- Алкоголь имеет как быстрый, так и отдаленный эффекты на параметры крови. В начальной стадии опьянения в крови увеличивается лактат и снижаются бикарбонат и глюкоза.

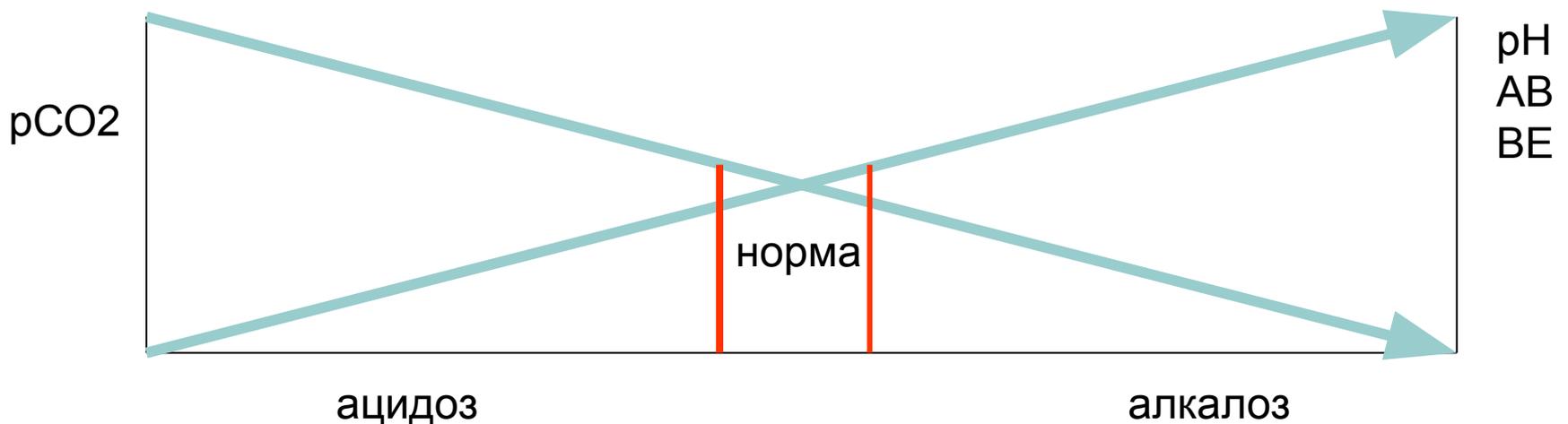
Показатели КОС

№	Показатель	Клинико-диагностическое значение	Норма
1	Актуальный pH	Водородный показатель - отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода в крови при 38°C	7,35-7,45
2	Актуальное pCO ₂	Парциальное давление углекислоты в газовой смеси, находящейся в равновесии с кровью при 38°C. Дыхательный компонент КОС. Повышается при дыхательном ацидозе и снижается при дыхательном алкалозе.	36-44 мм.рт.ст.
3	Актуальные бикарбонаты (AB)	Концентрация бикарбонатов (HCO ₃ ⁻) в крови при 38°C и данных значениях pH и pCO ₂ . Изменяется под влиянием метаболических и респираторных нарушений.	19-25 ммоль/л
4	Стандартные бикарбонаты (SB)	Концентрация бикарбонатов в крови, уравновешенной с воздухом при pCO ₂ =40 мм.рт.ст. и предварительно насыщенной кислородом (оксигемоглобин 100%) при 38°C. Метаболический компонент КОС, уменьшается при метаболическом ацидозе, а повышается при метаболическом алкалозе.	21-25 ммоль/л

Показатели КОС

5	Буферные основания (ВВ)	Сумма всех анионов крови, обладающих буферным действием в условиях полного насыщения крови O ₂ и при 38°C. Это показатель мощности всей буферной системы. Изменения ВВ отражают степень метаболических нарушений	40-60 ммоль/л
6	Нормальные буферные основания (NBB)	Сумма всех анионов крови, обладающих буферным действием при полном насыщении крови кислородом в стандартных условиях (рН=7,38, рСО ₂ =40 мм.рт.ст., Т= 38°C)	40-60 ммоль/л
7	Избыток (дефицит) буферных оснований (BE)	Изменение содержания оснований крови по сравнению с нормой для данного пациента (NBB). BE=ВВ- NBB Показывает сколько молей бикарбоната натрия следует добавить (или условно удалить), чтобы рН стал 7,38 (при рСО ₂ =40 мм.рт.ст., Т= 38°C). Положительное значение указывает на избыток оснований, отрицательное – на дефицит оснований (избыток кислот). выраженный избыток характерен для алкалоза, дефицит – для ацидоза. Предел дефицита – 30 ммоль/л. Изменения характерны для метаболических нарушений.	(-2,5) – (+2,5) моль/л
8	Актуальное рO ₂	Парциальное давление кислорода в газовой смеси, находящееся в равновесии с кровью при 38°C. Измерение позволяет оценить причину и характер изменений КОС.	90-100 мм.рт.ст

Клинические формы нарушений КОС



Соотношение pH, бикарбонатов и pCO₂

Нарушение	pH	HCO ₃ ⁻	pCO ₂
Метаболический ацидоз	↓	↓ (1)	↓ (2)
Респираторный ацидоз	↓	↑ (2)	↑ (1)
Метаболический алкалоз	↑	↑ (1)	↑ (2)
Респираторный алкалоз	↑	↓ (2)	↓ (1)

Примечание. 1 – первичные нарушения; 2 – вторичные нарушения

Метаболический ацидоз

Причины

Увеличение образования ионов водорода:

- Кетоацидоз (диабетический, алкогольный, голодание).
- Лактоацидоз при гипоксии. Гипоксия: нарушение функции легких (низкое pO_2), недостаточность кровообращения (нарушение транспорта кислорода или изменение кислородной емкости Hb).
- Интоксикация этанолом, метанолом, этиленгликолем, салицилатами.
- Врожденный органический ацидоз в результате метаболических блоков (кетоизокапроновая, метилмалоновая, пропионовая кислоты).

Введение кислот:

- Отравление кислотой.
- Массивное парентеральное введение аминокислот аргинина, лизина, гистидина.

Снижение экскреции ионов водорода:

- Почечный канальцевый ацидоз.
- Почечная недостаточность.
- Прием ингибиторов карбонатдегидрогеназы.

Потеря бикарбонатов:

- Профузный понос
- Кишечная фистула.



Метаболический ацидоз выявляется при

- тяжелых формах нарушения кровообращения,
- кровопотерях,
- прогрессирующей сердечно-сосудистой недостаточности,
- инфекционных заболеваниях,
- перитонитах,
- абсцессах,
- гипотермии,
- введении донорской крови с высоким содержанием CO₂,
- заболеваниях печени,
- кишечника,
- ОПН, ХПН.

Компенсаторный механизм – увеличение интенсивности дыхания, а при нормальной функции почек – экскреция ионов водорода с мочой.

Диагностика кетонowego ацидоза

- Гипергликемия, Кетонурия
- Значительное увеличение анионного интервала (*АИ плазмы крови является показателем, отражающим количество образованных или задержанных в организме нелетучих органических кислот. АИ рассчитывают из разницы концентраций катионов натрия и калия и главных анионов: хлора и бикарбонатов*)
$$(АИ) = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-)$$
. Норма 16 ± 4 мэкв/л. АИ отражает концентрации тех анионов, которые не определяются, в т.ч. отрицательно заряженные белки (альбумины), фосфаты, сульфаты и органические кислоты (молочная кислота). Увеличение АИ связано с накоплением органических кислот при ацидозе или с гиперпротеинемией. Уменьшение отмечается при гипопротеинемии).
- Гипервентиляция, запах ацетона в выдыхаемом воздухе.
- Гиперкалиемия, сопровождающаяся дефицитом калия в клетках, при диабетической нефропатии – гипокалиемия и гипохлоремия.

-
- Лабораторные критерии метаболического ацидоза.
 - **pH ↓ (7,0-7,35)**
 - **BE ↑ (до -25 ммоль/л)**
 - **pCO₂ ↑ - декомпенсация;**
↓ - компенсация.

Респираторный ацидоз

Причины: гиповентиляция, гиперкапния.

Обструкция дыхательных путей:

- Хронические обструктивные заболевания (бронхиты, опухоли бронхов, гортани).
- Бронхоспазм при бронхиальной астме.
- Аспирация.
- Снижение возбудимости дыхательного центра:
- Передозировка анальгетических, седативных, анестезирующих средств, влияние наркоза
- Инсульт, травма, опухоль мозга.
- Заболевания, протекающие с повышением внутричерепного давления.
- Длительная гипоксия.

Заболевания легких:

- Тяжелые пневмонии.
- Фиброз легких.
- Респираторный дистресс-синдром.
- Гидроторакс, пневмоторакс.

Внелегочные причины:

- Полиомиелит, заболевания нервов, иннервирующих дыхательную мускулатуру, повреждение воздухопроводящих путей.
- Заболевания дыхательной мускулатуры, трихинеллез, тяжелый скалиоз.



Респираторный ацидоз также возникает при недостаточности кровообращения, асфиксии, в хирургии при неадекватно управляемом дыхании, высоком содержании CO₂ во вдыхаемом воздухе

Компенсаторный механизм – соответствующие изменения метаболизма, чаще почки.

Лабораторные критерии респираторного ацидоза.

- pH ↓ (7,0-7,35)
- BE ↓ (-5/-8 ммоль/л)
- pCO₂ ↑.

Метаболический алкалоз

Причины:

Потеря ионов водорода:

- через ЖКТ: стеноз привратника, непроходимость пищевода - упорная рвота, промывания желудка, профузный понос с потерей хлора.
- Через почки: избыток минералокортикоидов (синдром Кушинга, Кона – первичный альдостеронизм), прием препаратов с минералокортикоидной активностью, лечение диуретиками с потерей хлорида натрия, быстрая коррекция хронически повышенного pCO_2 , дефицит калия с перемещением иона водорода из внеклеточного пространства внутрь клеток (лечение СД инсулином).

Введение щелочей:

- Неадекватное лечение ацидоза.
- Чрезмерное потребление щелочи или органических солей

Также при тяжелых кровотечениях, ожогах, хронических нефритах, в послеоперационном периоде при гипокалиемии

Компенсаторный механизм –

дыхательная система – дыхательный ацидоз, почки – в почках угнетается амминогенез, с мочой выводятся натрий, калий, хлориды.

Лабораторные критерии метаболического алкалоза.

- рН ↑ (7,0-7,35)
- ВЕ ↑ (до 25 ммоль/л)
- рСО₂ ↑ - компенсаторно.

Респираторный алкалоз

Причины: гипервентиляция и уменьшение парциального давления углекислого газа в крови.

- Искусственная вентиляция легких.
- Вдыхание чистого кислорода.
- При одышке, лихорадке.
- При подъеме на высоту.
- Энцефалит, менингит, инсульт, опухоли мозга.
- Резкая отмена алкоголя на фоне хронического алкоголизма.
- Отравление салицилатами.
- Невротические состояния, состояния возбуждения, которые развиваются при общих стрессовых реакциях организма.
- Интенсивный болевой синдром, внезапное охлаждение организма.
- Сепсис грам-отрицательными бактериями.
- Перитонит, панкреатит, заболевания печени, абдоминальные опухоли.

Компенсаторный механизм. Реакция буферных систем крови, почки, метаболические изменения.

Лабораторные критерии респираторного алкалоза.

- pH ↑ (7,0-7,35)
- VE ↑ (5 ммоль/л)
- pCO₂ ↓.

Особенности регуляции КОС у детей

Показатель	Новорожденные	2 мес- 2 года	Взрослые
pH	7,29-7,38	7,37-7,46	7,35-7,45
BE ммоль/л	-7/+1	-6,4/+0,4	-2,5/+2,5
pCO ₂ , мм. рт. ст.	26-41	26-41	36-44

Различают ранний ацидоз (первые дни жизни) – причина в беременности и родах, и поздний (2-3 недели жизни) – низкой активностью дыхательных ферментов, снижение функции почек.

Развитие хронического ацидоза приводит к задержке роста и развития ребенка.

Причины физиологического ацидоза у детей

- большая частота дыхания;
- недостаточность функции почек по выведению кислот;
- накопление нелетучих органических кислот в крови матери в ходе родовой деятельности;
- низкая буферная емкость, особенно важно помнить при развитии ЖДА и др. анемий

Причины патологического развития ацидоза у детей

- Нарушение кровообращения плода при гистозах, преждевременной отслойки плаценты, пережатии пуповинных вен;
- Тяжелое течение родов приводит к гипоксии плода из-за поглощении кислорода пуповиной: лактоацидоз;
- Недоношенность.