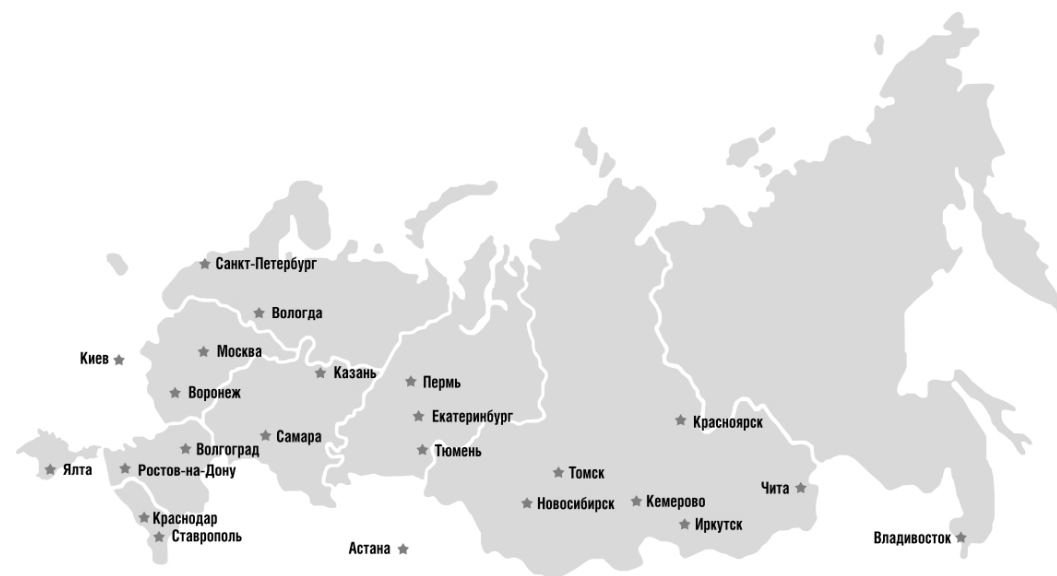




"Газово-электролитный баланс"

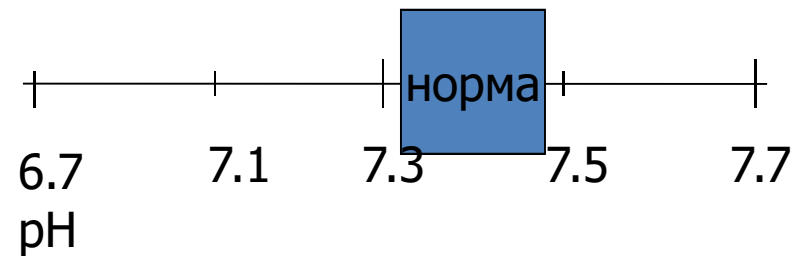
основные аспекты

*М.О. Егорова, д.м.н.,
руководитель отдела
развития технологий и
обучения, ОМБ*

КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ РАВНОВЕСИЕ/СОСТОЯНИЕ/БАЛАНС

Равновесие между **растворенным CO_2** , концентрация которого регулируется легкими и **HCO_3^-** , бикарбонатом, продуктом обменных процессов в почках. Выражением изменения равновесия является изменение **концентрации H^+** в крови.

Нормальный диапазон **pH** крови
pH – величина обратная
концентрации H^+

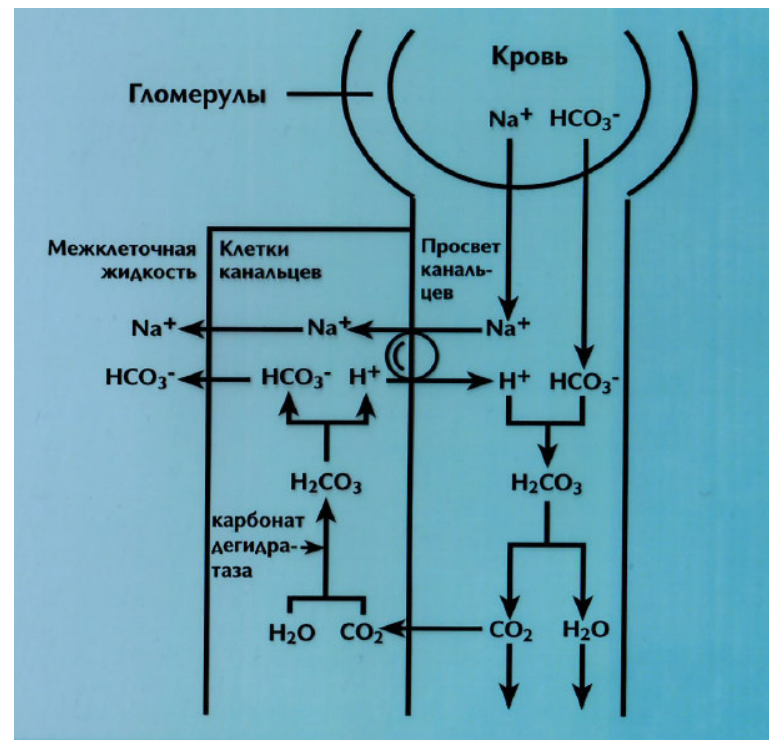


Выход за этот диапазон смертелен

Дыхательный и метаболический компоненты: в норме 1:20

- Основной источник ионов H^+ в организме – CO_2 газ, выдыхаемый легкими: $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$
- Основной источник оснований - бикарбоната (HCO_3^-) – нормальный обмен в почках

метаболический компонент HCO_3^- :



Оценка показателей КЩС в лаборатории

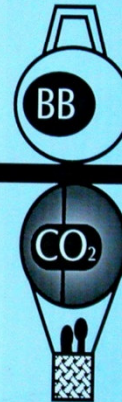
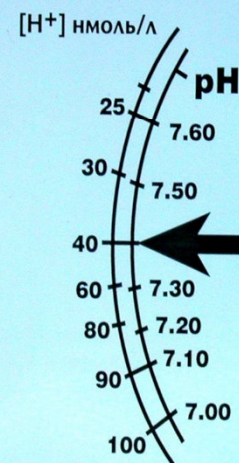
- Дыхательный компонент – **измеряемый**
- pO_2
- pCO_2
- pH
- Метаболический компонент – **расчетный**
- $HCO_3^- act$ (по pH и pCO_2)
действительный бикарбонат
- $HCO_3^- std$ (по гемоглобину, если он измеряется или определен в установках)-
стандартный бикарбонат

Дополнительные параметры КЩС /расчетные/

- Буферные основания BE/BB/
- Насыщение крови кислородом, %
- Содержание кислорода, ct O₂
- Дефицит анионов/анионный интервал.

Кислотно-основной баланс крови

$$pCO_2 \sim \frac{pCO_2}{BB(BE)} \longleftrightarrow pH \sim \frac{BB(BE)}{pCO_2}$$



t=37°C

BE(BB)=0

Буферные системы

*/ реагируют на изменение pH
в течение 1 секунды /*

Компенсаторные
механизмы

- Бикарбонатный буфер (HCO_3^-) – облегчает экскрецию H^+
- Фосфатный буфер- облегчает экскрецию H^+
- Аммоний – связывает H^+ и аммиак
- Белковый (наиболее важный –гемоглобин) – связывает H^+ в клетках, в крови.

Контроль изменения pH

- Система газообмена реагирует на метаболические изменения в течение **1-2 минут**
- Компенсаторный ответ почек на респираторные нарушения долгий и начинается развиваться только через **6-12 часов**, достигая максимума через несколько суток.

Компенсаторные
механизмы

Основные закономерности

pH ↑↓
разнонаправлено
↓↑ pCO_2

HCO_3^- ↑↑
однонаправлено
 pH ↓↓

При здоровых легких и почках

Основные соотношения дыхательных типов нарушения КЩС

нарушение		Изменение pH	Компенсаторный ответ
Дыхательный ацидоз	острый	pH↓ на 0,08 на каждые 10 мм.рт.ст. ↑ PaCO ₂	Немедленное высвобождение тканевых буферов (HCO ₃ ⁻)
Дыхательный алкалоз	острый	pH↑ на 0,08 на каждые 10 мм.рт.ст. ↓ PaCO ₂	Немедленное высвобождение тканевых буферов

Основные соотношения показателей при метаболическом типе нарушения КЩС

Нарушение		Изменение pH	Компенсаторный ответ
Метабол. ацидоз	Острый	pH ↓ на 0,15 на каждые 10 мэкв/л ↓ HCO_3^-	Быстрое развитие гипервентиляции
Метабол. алкалоз	Острый	pH ↑ на 0,15 на каждые 10 мэкв/л ↑ HCO_3^-	Быстрое развитие гиповентиляции

Первичные этапы оценки расстройства КЩС:

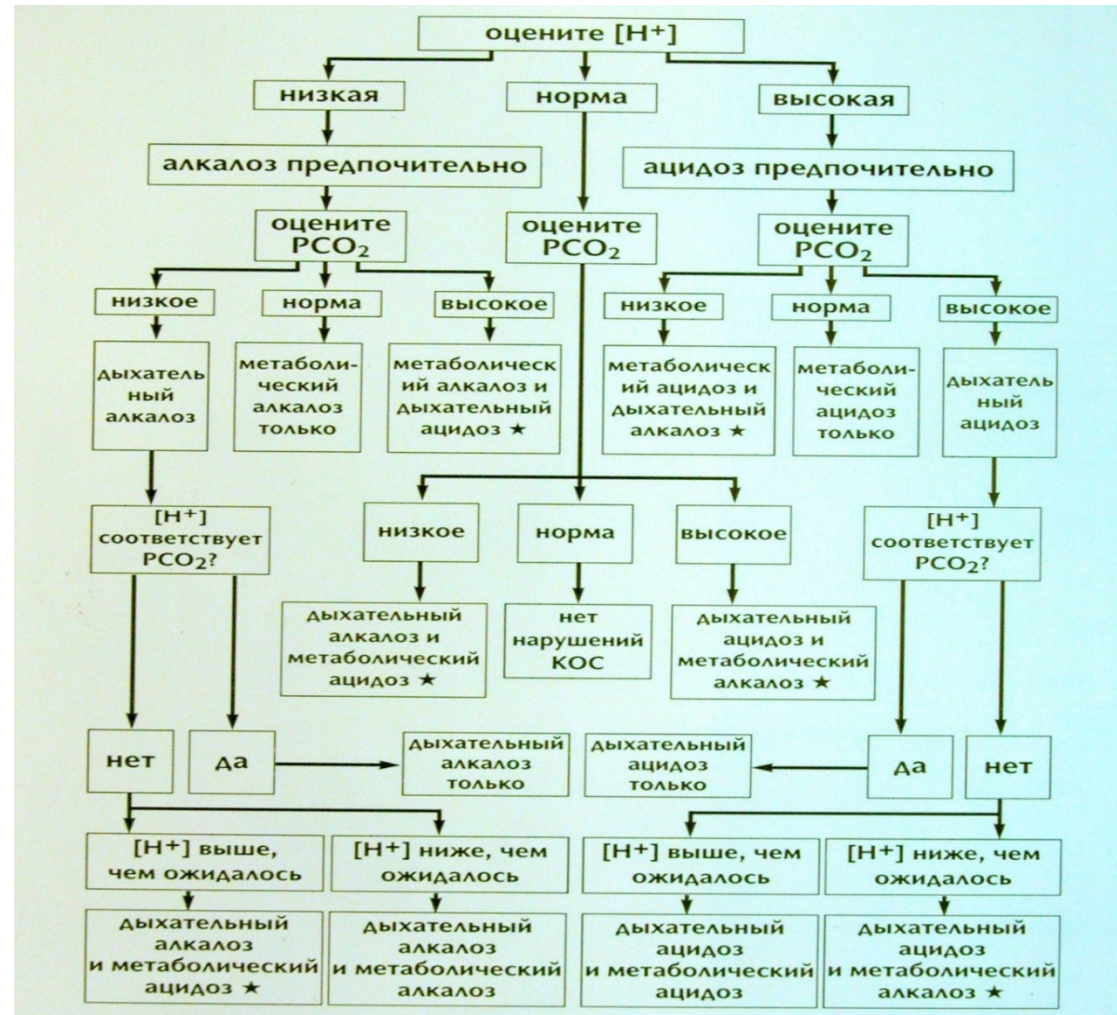
- Изменен ли **pH** и в какую сторону **относительно 7,4** и укладывается ли в 7,35 – 7,45 ?
- { pH и pCO₂ изменены в одном направлении ?
- { pH изменен, а pCO₂ – нет,

следовательно, подозреваем метаболический ...

В качестве проверки Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс(краткое руководство) Пер. с англ. – СПб-М.: «Невский диалект»- Из-во «Бином», 1999.

- при метаболическом ацидозе предполагаемое $pCO_2/\pm 2/ = 1.5 (HCO_3^-) + 8$
- при метаболическом алкалозе предполагаемое $pCO_2/\pm 1.5/ = 0.7(HCO_3^-) + 20$

~~pH = [H⁺]~~



Оценка результата

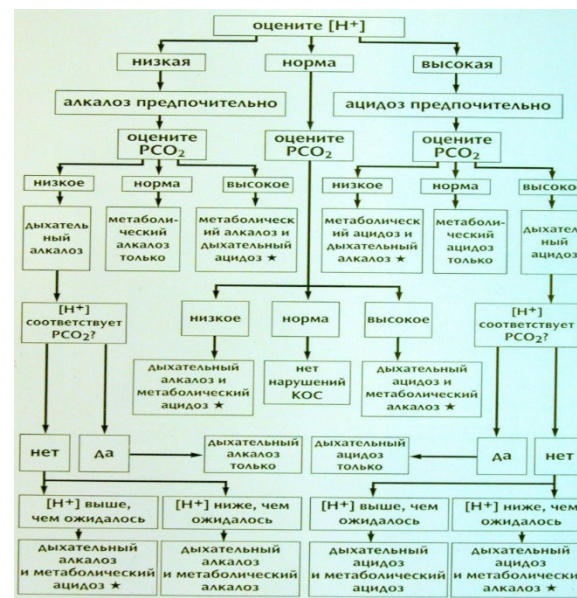
КЩС 37°C		Ед.изм	Нормы
pH	7.305↓		(7.350 -
pCO ₂	40.3	ммНг	(35.0 -
pO ₂	35.5↓	ммНг	(75.0 -
HCO ₃ -act	19.6	ммол/л	
HCO ₃ -std	18.6	ммол/л	
ctCO ₂	20.8	ммол/л	
BE(B)	-6.3	ммол/л	
BE(ecf)	-6.7	ммол/л	

Бикарбонат

артериальной крови 22-26 мэкв/л

венозной крови 24-28 мэкв/л

В среднем – 24 мэкв/л



ПРОВЕРКА ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ:

при метаболическом ацидозе предполагаемое $pCO_2/\pm 2/ = 1.5 (HCO_3^-) + 8$

при метаболическом алкалозе предполагаемое $pCO_2/\pm 1.5/ = 0.7(HCO_3^-) + 20$

Красный Цвет Крови определяется % оксигемоглобина

Формы гемоглобина **в норме**

- Оксигемоглобин 95-99%
- Восстановленный гемоглобин 1-2%
- Дисгемоглобины:

1,5% { Сульфгемоглобин
Метгемоглобин
Карбоксигемоглобин

Фракции гемоглобина

- **Кислородтранспортирующая** фракция
представляет сумму

$O_2\text{-Hb} + H^+\text{-Hb}$ - 95-99%

- Дисгемоглобины: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$

(CO-Hb, Met-Hb, Sulf-Hb)- 1-1,5%

Met-Hb = гемоглобин, связанный с NO

Причины повышения в крови уровня метгемоглобина (Моран Р., 1998)

- Использование оксида азота в лечении легочной гипертензии
- Использование местных анестетиков (лидокаин, новокаин)
- Отравление лекарствами (например ацетофенитин)
- Токсичные пары пластмасс, азотистые дымы, работа с цианидами, нитритами, нитратами, гербицидами, на производстве силоса и т.д.

памятка



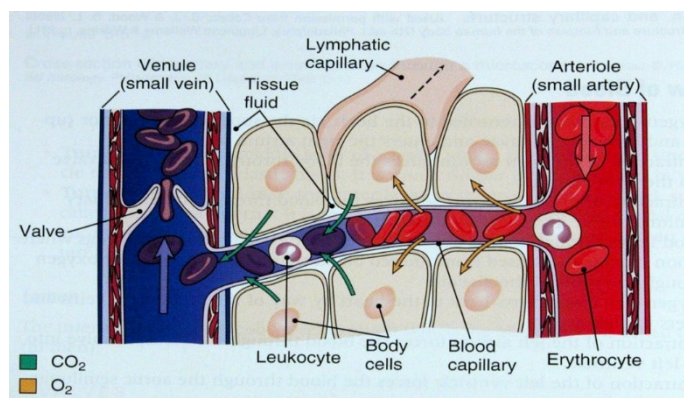
1. Метаболический алкалоз может возникнуть
как реакция на переливание крови.

Но! через 2-3 часа кислотно-основное
равновесие крови восстановится

2. Кровотечение => ацидоз

памятка

Оценка доставки кислорода при недостаточном согревании ?



По уровню лактата

! Опасность представляют пациенты,
у которых низкий уровень Hb и растет концентрация
лактата в крови



прогрессирует ишемия

памятка

- **Метаболический ацидоз** следует корректировать бикарбонатом в том случае, когда концентрация **лактата** превышает диапазон нормальных значений, с тенденцией увеличения

памятка

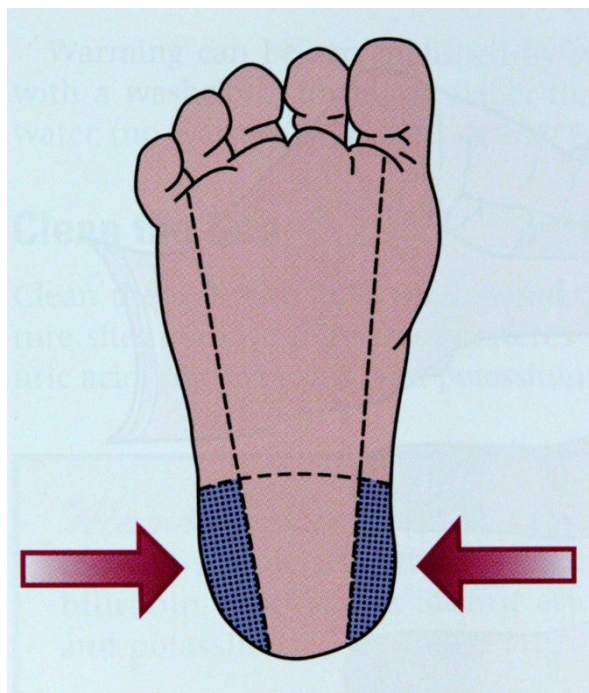
В условиях ИВЛ

- При респираторном ацидозе pO_2 снижается компенсаторно и нельзя увеличивать концентрацию O_2 во вдыхаемой смеси на ИВЛ, т.к. это приведет к **усилению ацидоза**

памятка

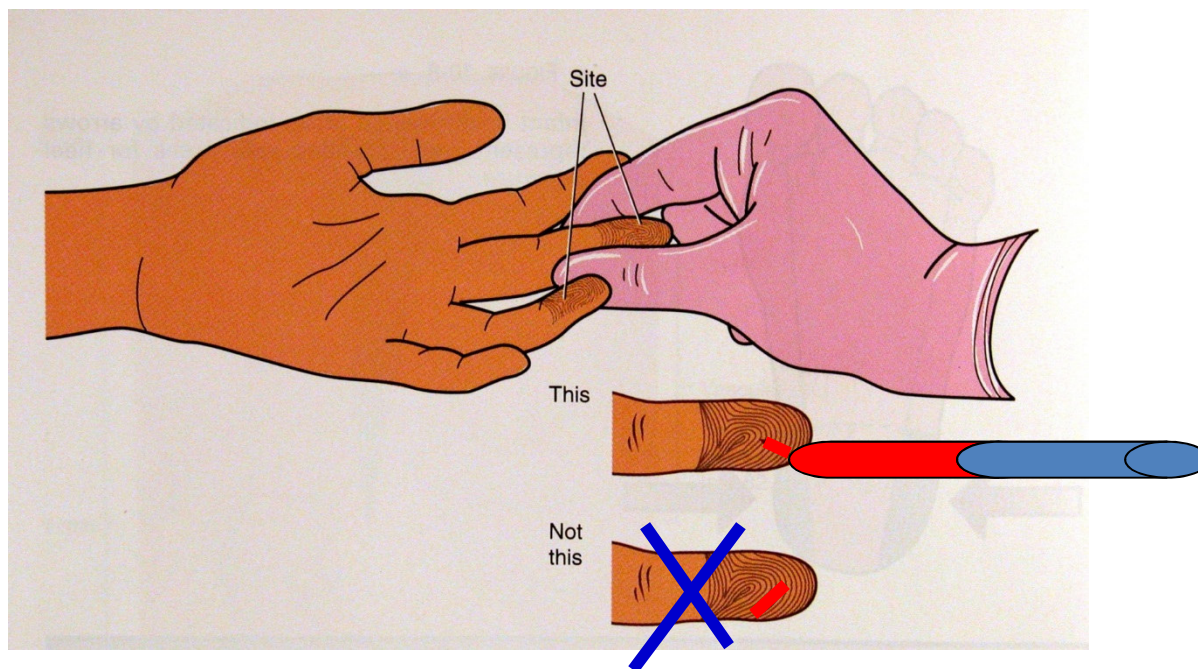
Пульс-оксиметр

- Расчетное насыщение крови кислородом на пульс-оксиметре проводится по концентрации общего гемоглобина: фракциям восстановленного и окисленного гемоглобинов.
- Фракция дисгемоглобина не учитывается, а она вносит вклад до 1,5% и более. Поэтому в аппарат может подаваться неадекватная концентрация кислорода.



Make Little People Happy

капиллярная кровь





Тип образца:

- Артериальная кровь
- Венозная кровь
- Капиллярная кровь
- Смешанная венозная кровь

Виды пробоотборников:

- Шприцы
- Капилляры



Артериальная кровь:

- Предпочтительный источник для исследования КЩС

Капиллярная кровь:

- Практическая альтернатива артериальной пункции, при условии адекватного сбора крови

Венозная кровь:

- Не рекомендована для исследования КЩС
- Удовлетворительно отражает pH, pCO₂, метаболиты и электролиты

Смешанная венозная кровь:

- Образец крови из катетера в легочной артерии



Min объем пробы:

- 1 мл шприц – 200 мкл
- 3 мл шприц – 800 мкл
- 5 мл шприц – 1,5 мл
- Капилляр – 100 мкл

микропроба:

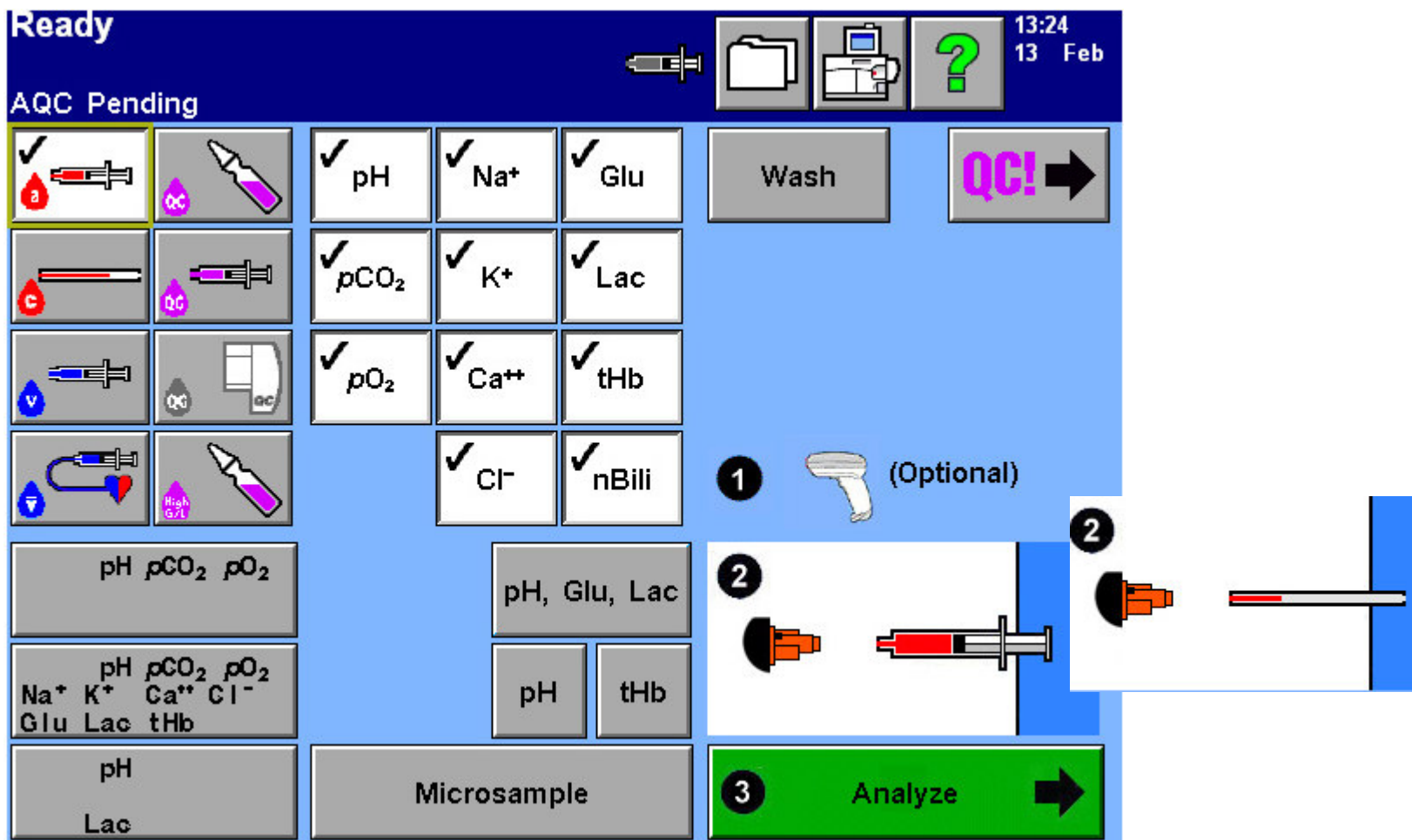
- шприц – 100 мкл
- Капилляр – до 35 мкл (1240, 1245) pH, Glu, Lac
- Hb – 100 мкл min!

Важные моменты:

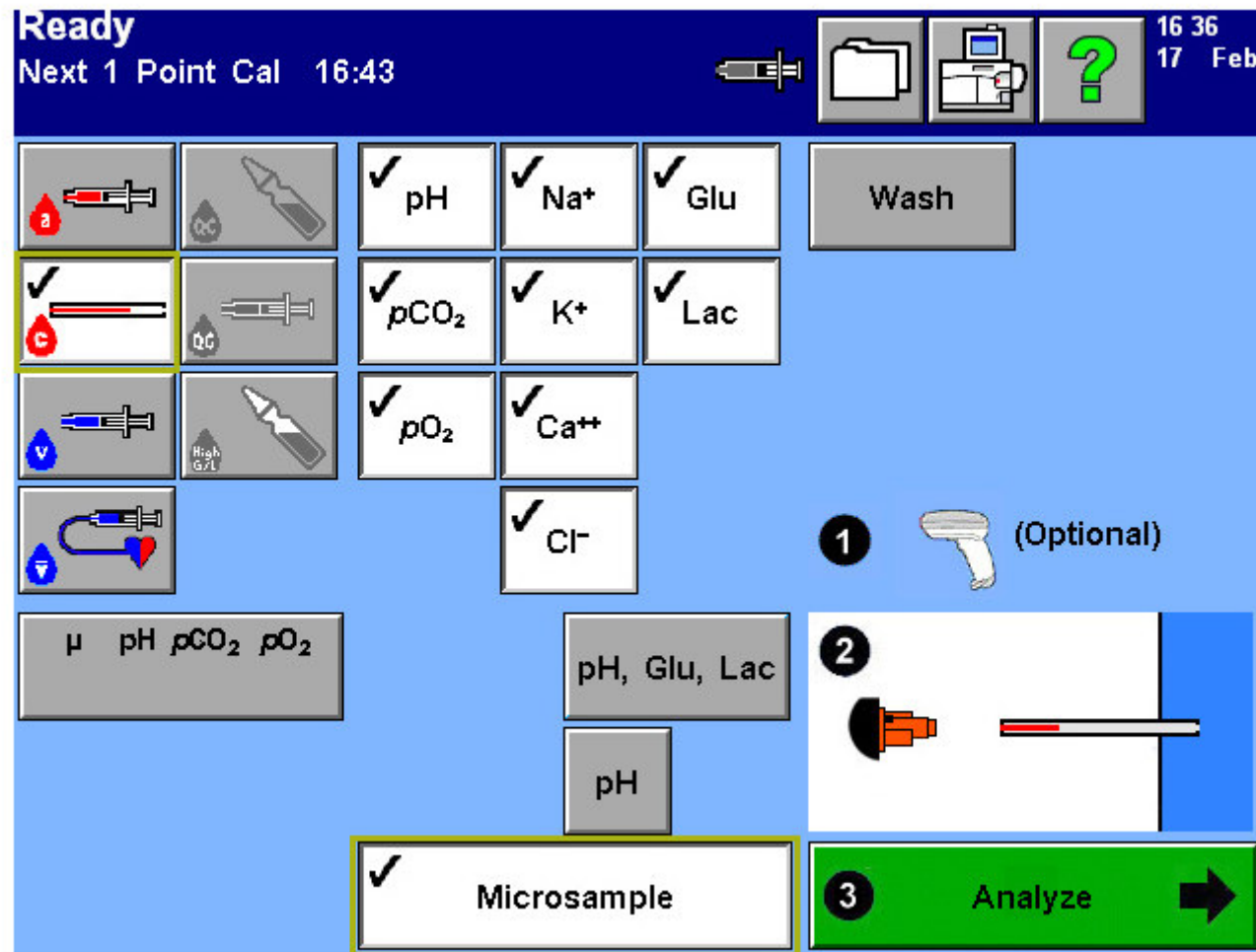
- Использовать гепарин, сбалансированный по pH (**Li гепарин**)
- Удалить пузырьки воздуха сразу после получения пробы
- Перемешать пробу сразу после взятия и перед исследованием
- Закрыть пробу «шапочками»
- Не допустить гемолиза в пробе
- Скрыть пробу от солнечных лучей в случае исследования неонатального билирубина
- Ограничить контакт персонала с кровью пробы



образец:



микропроба:



Неонатальный билирубин (tBil)

0.3 – 1.0 mg/dL (adult)
5.1 – 17.1 $\mu\text{mol/L}$ (adult)
0.6 – 7.9 mg/dL (neonates^{**})
10.3 – 135.1 $\mu\text{mol/L}$ (neonates^{**})

tBil > 2.0 mg/dL (34.2 $\mu\text{mol/L}$) (adults)
tBil > 8.0 mg/dL (136.8 $\mu\text{mol/L}$)
(neonates)



Условия пробоподготовки для определения ионизированного кальция (Ca⁺⁺)

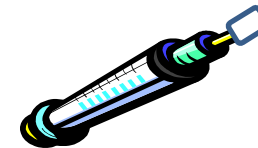
- Использование **Li гепарина**, сбалансированного по связыванию кальция, для обработки капилляра или шприца, заполняемых кровью для исследования
- Проведение исследования в течение
3 минут после получения образца

Условия пробоподготовки для исследования КЩС

- Использование шприцев/капилляров, обработанных лиофилизированным Li гепарином, сбалансированным по связыванию кальция. (Na гепарин для инфузий приведет к дилуции пробы, снижению pCO_2 на 5% и завышению Na на 9%)
- Контроль попадания в пробу пузырьков воздуха. (возможно завышение pO_2 на 15%).
- Размещение шприцев на льду при $4^{\circ}C$ до исследования
- Проведение исследования в течение 10 минут после получения образца крови

Доставка крови в лабораторию при исследовании КЩС

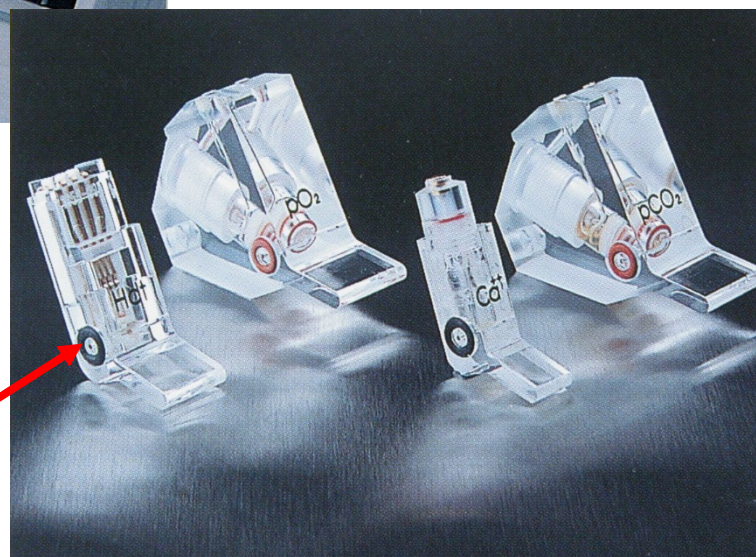
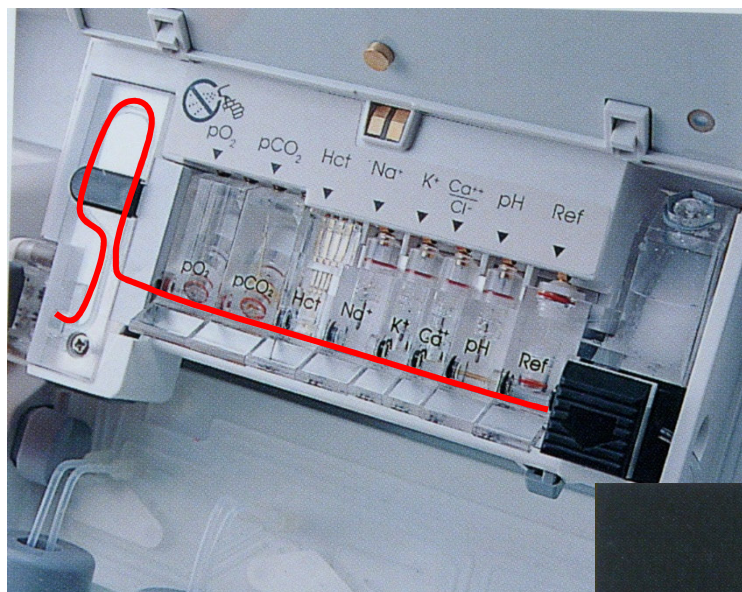
- Шприц/капилляр предварительно **обработан** гепарином
- Капилляр должен быть закрыт крышечками
- В течение **10 минут** после получения образец должен быть исследован



Лабораторное исследование лактатемии

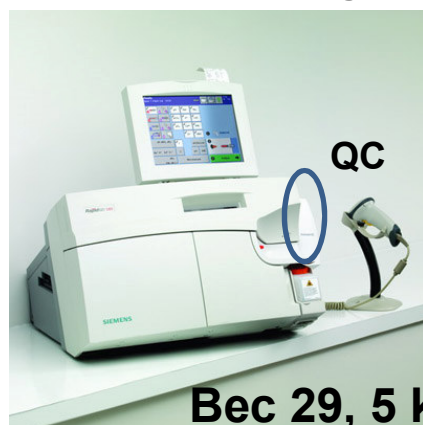
- Образец должен быть доставлен в лабораторию в течение 3 минут после получения
- Кровь должна быть **артериальной или смешанной**, но не капиллярной. Периферическая кровь дает ложнозавышенные результаты
- Оценка ацидоза по pH нежелательна, т.к. не выявлено тесной зависимости между pH артериальной крови и концентрацией лактата.
- **Исследование концентрации лактата проводится в динамике**

СЕРВИС
В ПОЛНОМ ОБЪЕМЕ



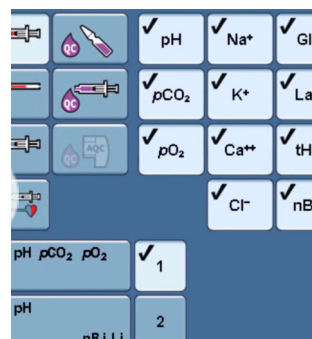
Меньше времени на тест – больше времени пациенту!

RAPIDLab 1200/1265 system



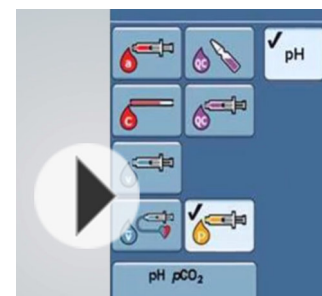
Отбор крови без
дополнительных адаптеров

Вся необходимая
критически значимая информация:
pH, pCO₂, pO₂, K, Na, Ca, глюкоза,
лактат, полная кооксиметрия,
неонатальный билирубин и общий
гемоглобин



Из

- Крови



Меньше времени на тест – больше времени пациенту!

RAPIDpoint 500 system



QC

Вес 16, 55 kg



Отбор крови без
дополнительных адаптеров

Вся необходимая
критически значимая
информация: pH, pCO₂, pO₂,
K, Na, Ca, глюкоза, лактат,
полная кооксиметрия,
неонатальный билирубин и
общий гемоглобин

✓	pH	✓	Na ⁺	✓	Glu
✓	pCO ₂	✓	K ⁺	✓	Lac
✓	pO ₂	✓	Ca ⁺⁺	✓	tHb
✓	Cl ⁻	✓	nBili		
pH pCO ₂ pO ₂	✓	1			
pH	nBili	2			

ИЗ

- Крови
- Плевральной жидкости
- Диализата



The background of the slide is a photograph of a dark, turbulent sea with a large, white-capped wave crashing, symbolizing overcoming challenges.

Успеть!

М.Егорова
egorova@omb.ru