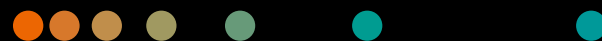


Особенности преаналитического этапа при исследовании газов крови



Специфика работы ЛПУ

Оценка масштабов ЛПУ:

- Количество коек в ЛПУ (<300, <500, 500-1000, >1000)
- Количество анализаторов газов крови (<5, 5-10, 11-20, >20)
- Структура подразделений: кол-во реанимаций их локализация
- Кто выполняет исследование газов крови и где
 - + Сотрудники ОРИТ в отделении: Медсестра и врач-анестезиолог (реаниматолог)
 - Сотрудники лаборатории в лаборатории: Лабораторный техник, лаборант, врач КДЛ, все вместе или кто то другой



Уникальность тестирования газов крови

- Критическое состояние пациента
- Необходимость проведения срочных мероприятий
- Инвазивные процедуры забора крови
- Ограниченное время стабильности образца
- Низкая биологическая вариабельность



Parameter	Desirable specifications
Hemoglobin, g/L	±1.8%
pH	±1.0%
pO ₂ , mm Hg	±1.8%
pCO ₂ , mm Hg	±1.8%
HCO ₃ ⁻ , mmol/L	±1.6%
p50, mm Hg	–
sO ₂ , %	–
ABE, mmol/L	–
COHb, %	–
MetHb, %	–
Ca ²⁺ , mmol/L	±0.6%
Potassium, mmol/L	±1.8%
Cell free hemoglobin, g/L	–

Требуется очень аккуратное и точное измерение параметров – для получения результатов, в которых клиницист уверен

- Анализ газов крови и pH имеет более значительное и прямое влияние на уход за пациентом чем любой другой лабораторный тест
- При исследовании газов крови некорректный результат может быть хуже, чем вообще отсутствие результата

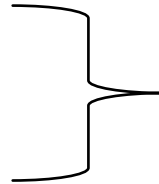
“Blood gas and pH analysis has more immediacy and potential impact on the patient care than any other laboratory determination ... In blood gas analysis, an incorrect result can often be worse for the patient than no result at all”.

NCCLS (now Clinical and Laboratory Standards Institute). Blood gas pre-analytical considerations: specimen collection, calibration and controls; (C27-A). CLSI: Wayne, PA, 1993.

- **Не редки**
- **Часто бывают не распознанными**

- **Имеют последствия:**

- Вред пациенту и медсестре, забирающей кровь
- Ненужное увеличение стоимости
- Некорректные результаты тестов
- Нежелательные задержки



Диагностические ошибки:
Пропущенный диагноз
Задержка диагностики
Неправильная диагностика

В значительной степени данные ошибки связаны с человеческим фактором и таким образом их можно устранить

Как избежать преаналитических ошибок?

Работающая система качества тестирования:

- Стандартизованные процедуры (СОП) в больнице и лаборатории, описывающие каждый этап исследования
- Соблюдение СОПа
- Мониторинг ошибок, внедрение процедуры корректировки и предупреждения ошибки в будущем
- Продолжение улучшения системы

Ключевая роль лаборатории для снижения числа ошибок в ходе исследований:

Общение внутри ЛПУ

Обучение всего вовлеченного персонала



Ошибки, связанные с идентификацией пациента

Частота ошибок:

- 0,21% - 1% в лабораторных исследованиях¹
- 0,05% в трансфузионной медицине²
- Занижены (значительная часть не детектируется)
- Неблагоприятные последствия для пациента

Возникновение таких ошибок не допустимо

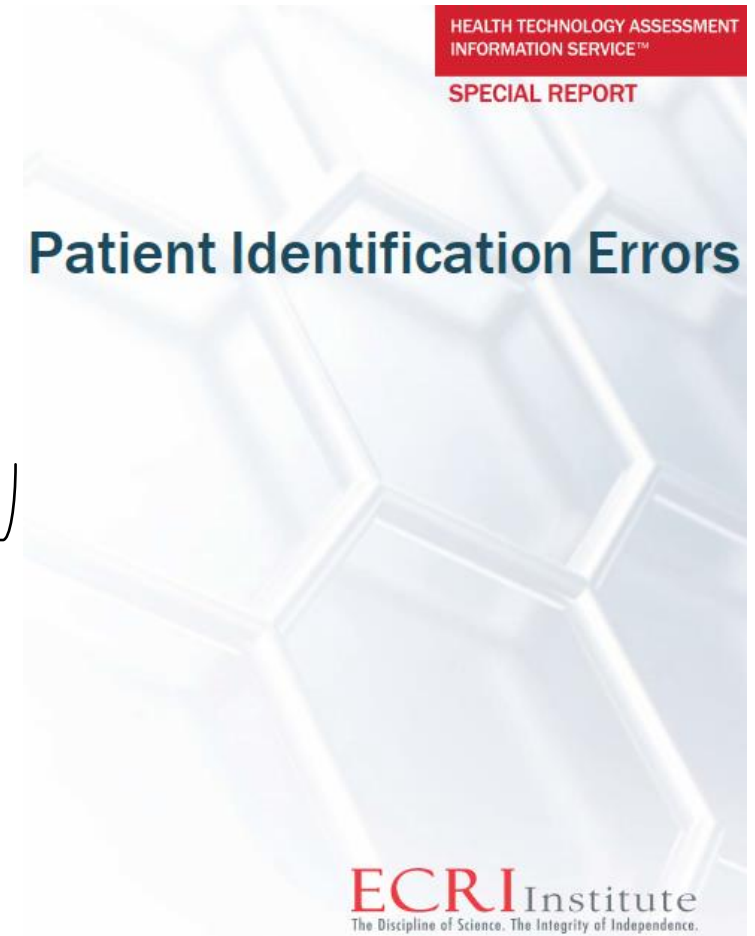


1. Preanalytical quality improvement: from dream to reality, Lippi G. et al., 2011
2. https://www.ecri.org/Resources/HIT/Patient%20ID/Patient_Identification_Evidence_Based_Literature_final.pdf

Частота и причины возникновения ошибок ID пациентов

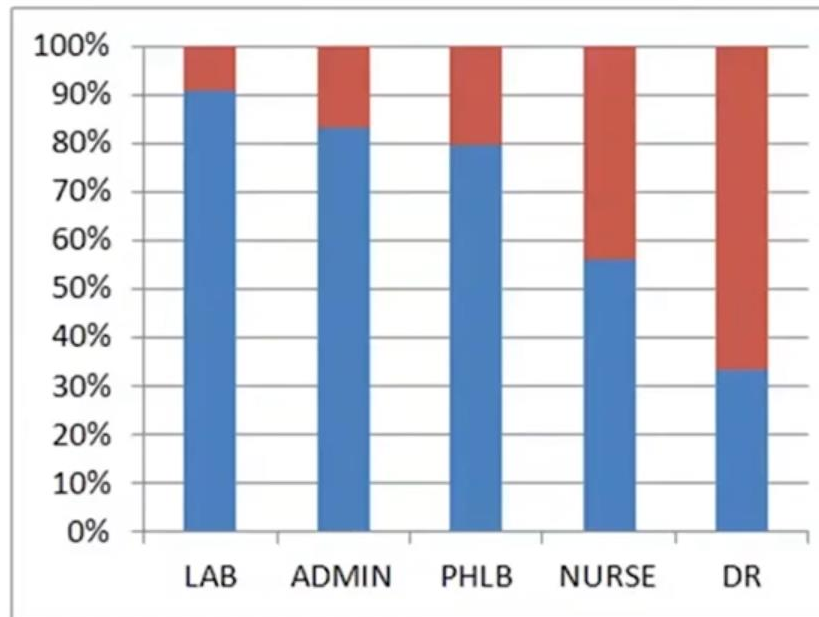
- В одном учреждении **в Индии** оценка 600 000 обще лабораторных тестов в течение 2 лет показала, что **частота ошибок** идентификации пациентов составляет **0,005%**
- В одном учреждении **в Италии** из 8 547 тестов **0,22%** (19) имели ошибочные идентификационные данные пациентов
- В исследовании 69 больниц, проведенном **в США**, из 60 501 образцов в течение 3 месяцев **2,9%** имели проблемы с ID пациента (неверные ID пациентов и недостающая информация)
- **В различных учреждениях от 11,6% до 36%** клинико-лабораторных ошибок связаны с ошибками идентификации пациентов; **7,9%** ошибок маркировки образцов связаны с дефектами идентификации пациента

В значительной частоте случаев возникают на преаналитическом этапе в момент взятия крови и указания метки образца:
Нанесение меток на груды пробирок в штативе после взятия крови
Централизованная печать меток образцов
И т.д.



Корректная идентификация проб пациента

Были ли пробирки помечены в присутствии пациента?



- Нет = «Плохо»
- Да = «Хорошо»

12 европейских стран: Хорватия, Чехия, Дания, Италия, Казахстан, Нидерланды, Норвегия, Россия, Сербия, Швеция, Турция и Великобритания

Метка проб пациентов

- Минимум 2, лучше 3 уникальных маркера пациента (ID, полное имя, дата рождения и т.д.)
- Интервьюирование пациента (если возможно), родственника, медсестры (вопрос о имени, дате рождения) и проверка метки на пробирке
- Печать метки в месте и во время взятия биоматериала
- Метка пробирок в присутствии пациента
- Наличие метки на пробе в момент проведения анализа и установки в анализатор
- Введение в анализатор метки с данными пациента

Маркирование пациентов редко используется в России в ОРИТ - рекомендуем проводить

Этапы преаналитической части исследования и возможные ошибки



1 - анатомические повреждения тканей и органов хирургическим или иным инструментарием (как случайные, так и запланированные, неизбежные), но которые не привели к развитию патологических процессов или вторых болезней

Системы для взятия крови для исследования КЩС

Шприц или капилляр для взятия крови на КЩС

Специальный пластиковый шприц

- Самонаполняющийся – для артериальной крови, обычный для венозной
- Объем 1-, 3-, или 5- мл
- Содержащий заводской гепарин, сбалансированный по электролитам

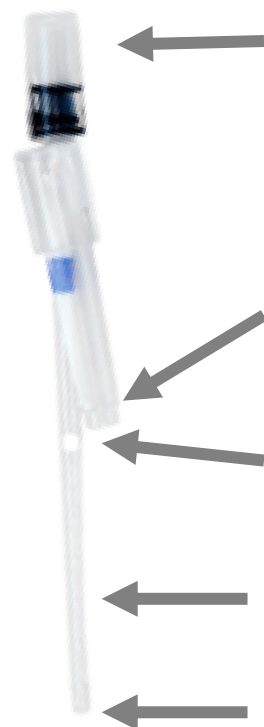
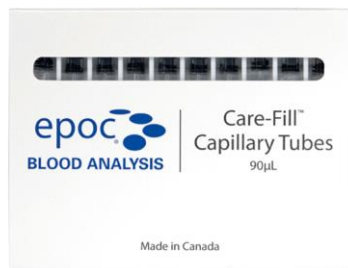


Использование других антикоагулянтов не допустимо (ЭДТА, Цитрат) → pH↓

Вакуумные системы (пробирки!) для взятия крови не могут применяться: отрицательное давление изменяет $p\text{CO}_2$ и $p\text{O}_2$

Капилляры для анализатора Ерос

SMN 10736380 Ерос Care-Fill Capillary Tubes¹ для взятия капиллярной крови



1. Стекланные
2. Внутреннее антикоагулянтное покрытие капилляра – сбалансированный по кальцию гепарин
3. Плунжер (выдавливание пробы)
4. Адаптер под луер
5. Ограничитель объема (индикатор)
6. Защитная пластиковая пленка (уменьшение травматизма)
7. Конец капилляра зафальцован (уменьшение травматизма)

Капилляры Siemens Healthineers¹ для RAPIDLab и RAPIDPoint



Пластиковые капилляры:

10313226	MULTICAP-S PLASTIC CAPILLARIES 500X140UL
10316361	MULTICAP-S PLASTIC CAPILLARIES 500X175UL
10320937	MULTICAP-S PLASTIC CAPILLARIES 50X140UL
10322986	MULTICAP-S PLASTIC CAPILLARIES 500X100UL
10324363	MULTICAP-S PLASTIC CAPILLARIES 50X175UL
10330785	CAPILLARY ADAPTERS

Стеклянные капилляры:

10314213	Multicap Capillaries 100 x 60 µl, 200 x caps
10321712	Li Heparin Capillaries 100 x 100 ul
10311005	Capillaries 500 x 140 ul

Крышки для капилляров:

10328655	200 x Cap for Li Heparin Capillaries
10311054	100 x Cap for Li Heparin Capillaries

¹Реагенты, расходные материалы и принадлежности к анализаторам крови серии 200, 300, 600, 700, 800 (ФСЗ 2007/00971)

Для обучения корректному взятию крови сотрудники ЛПУ проходят специализированное обучение, не в рамках текущей презентации

Сименс Здравоохранение не проводит обучение как выполнять медицинские процедуры!

Подготовка пациента к взятию крови

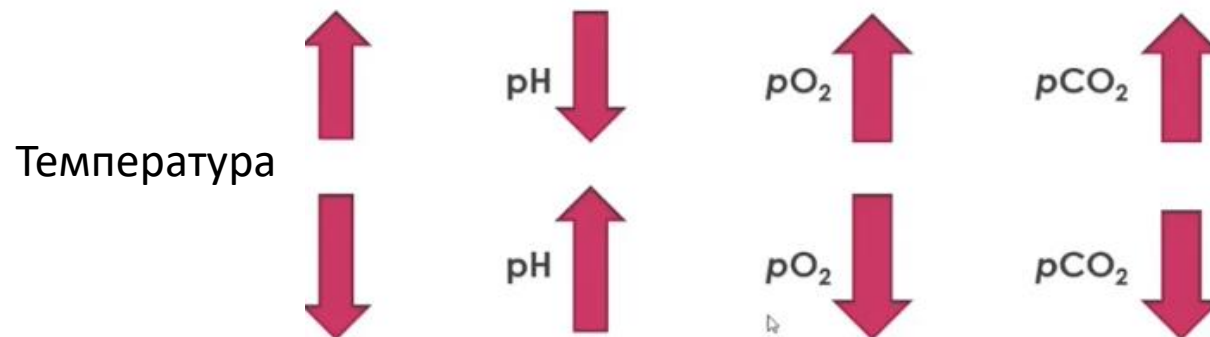
- ❖ **Стабильное состояние пациента** как минимум 20 мин (особенно после окончания или прерывания лечебных и диагностических процедур)
- ❖ **Параметры дыхания неизменными** в течение хотя бы 5 мин до взятия крови
- ❖ **Причинение боли во время взятия крови** может вызвать гипервентиляцию

В случае ошибочной пункции вены, непопадания в артерию, сквозного прокола сосуда и остановки тока крови не следует «искать» артерию движениями иглы, так как это причиняет сильную боль пациенту; лучше наложить давящую повязку и повторить взятие крови в другом месте

Состояние пациента особенно важно при тяжелой дыхательной недостаточности при ХОБЛ

(Хроническая обструктивная болезнь лёгких) и состояниях с нарушением вентиляционно-перфузионных отношений

Предполагается, что T° пациента 37°C , если сильно отличается - учесть влияние на показатели:



Задать T° пациента для получения правильных расчетных показателей

Протереть место укола, используя этиловый\изопропиловый спирт
Дождаться высыхания на воздухе (во избежание гемолиза или разбавления образца)

Антисептики, которые недопустимо использовать:

- Бензалкония хлорид
- Повидон-йод

Разведение пробы

- ❖ Взятие артериальной крови из катетера – риск разведения инфузионными растворами

Последствия:

Остатки инфузионного раствора NaCl →

↑[Na⁺] и ↑ [Cl⁻]

↓ остальные параметры

Как избежать:

1. Определить «мертвый» объем используемого катетера
2. Промыть катетер 3х объемом «мертвого пространства» и удлинительной линии

*желательно провести внутривенный возврат промываемого объема для снижения риска анемии



- ❖ Использование жидкого гепарина - разведение пробы

Последствия: ↓ [Ca²⁺] и ↓ [K⁺]

Как избежать: использовать смплер с «заводским» гепарином (сбалансирован по электролитам)



Схема взятия артериальной крови из катетера

Видео о взятии артериальной крови из катетера



Плей-лист газы крови RL1200 и взятие крови.xspf

Модифицированный тест Аллена

Видео о модифицированном тесте Аллена (ссылка на Youtube)

<https://www.youtube.com/watch?v=jLY74d4ut4A>

В модифицированном тесте Аллена проверяется только одна рука:

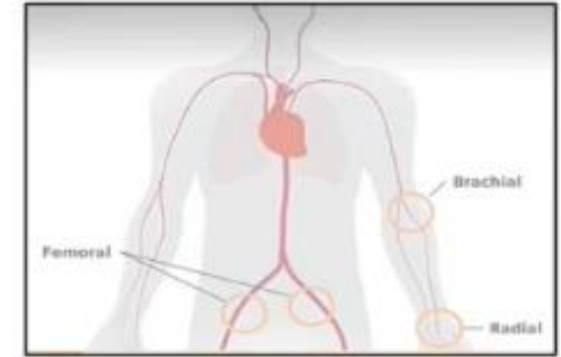
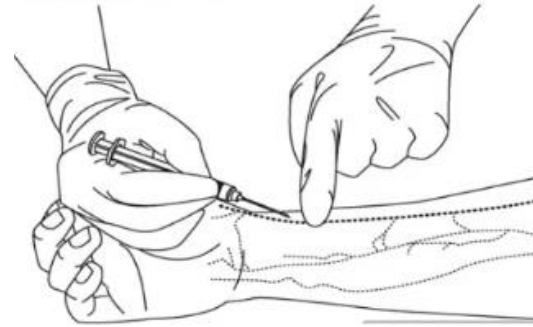
1. Рука поднята, пациенту предлагается сжать кулак в течение примерно 30 секунд
2. Давление накладывается на локтевую и лучевую артерии, чтобы закрыть их обе
3. Все еще поднятая, рука открывается
4. Она должна выглядеть бледной (бледность может наблюдаться у ногтей пальцев)
5. Локтевое давление высвобождается при поддержании радиального давления, цвет должен возвращаться в течение 5-15 секунд

Если цвет возвращается, как описано, тест Аллена считается успешным

Если цвет не возвращается, тест считается не успешным, вероятно, локтевая артерия недостаточно питает на руку - **канюлировать радиальную артерию небезопасно**

Особенности при взятии крови артериальной крови

Взятие артериальной крови из лучевой артерии лучший выбор для КЩС – расположена на запястье около большого пальца, небольшой размер требуется определенная техника



Бедренная или плечевая артерии доступны также, но их сложнее локализовать

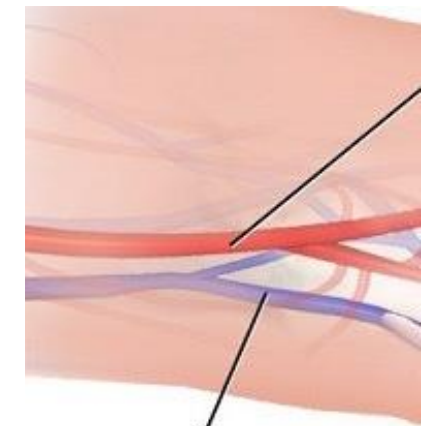
45° – оптимальный угол для пункции артерии

Риск случайного прокола вены при взятии артериальной крови

Последствия: часть венозной крови смешается с артериальной – изменение всех параметров ($\downarrow pO_2$; $\uparrow pCO_2$; $sO_2 \downarrow$)

Как избежать:

- Самозаполняющийся шприц (не заполняется кровью при проколе вены)
- Игла с коротким срезом (снижение вероятности прокола противоположной стенки артерии) – маркировка BC/SB



Артерия

Вена

Схема взятия артериальной крови

Видео о взятии артериальной крови!



Плей-лист газы крови RL1200 и взятие крови.xspf

Взятие пробы капиллярной крови

Артериализация крови достигается легким массажем и согреванием конечности в течение 3–5 минут с помощью нагретого до 40°C сухого полотенца или иным путем

Артериализация перед взятием пробы позволяет получить в образце pH , pCO_2 и pO_2 незначительно ниже артериальной крови

Согревание точки взятия крови до 42°C способно увеличить кровоток в 7 раз

Глубина прокола менее 2х мм

Капля должна набираться спонтанно - “сдаивание” увеличивает примесь венозной крови и тканевой жидкости

Первую каплю убрать (содержит избыток тканевой жидкости)

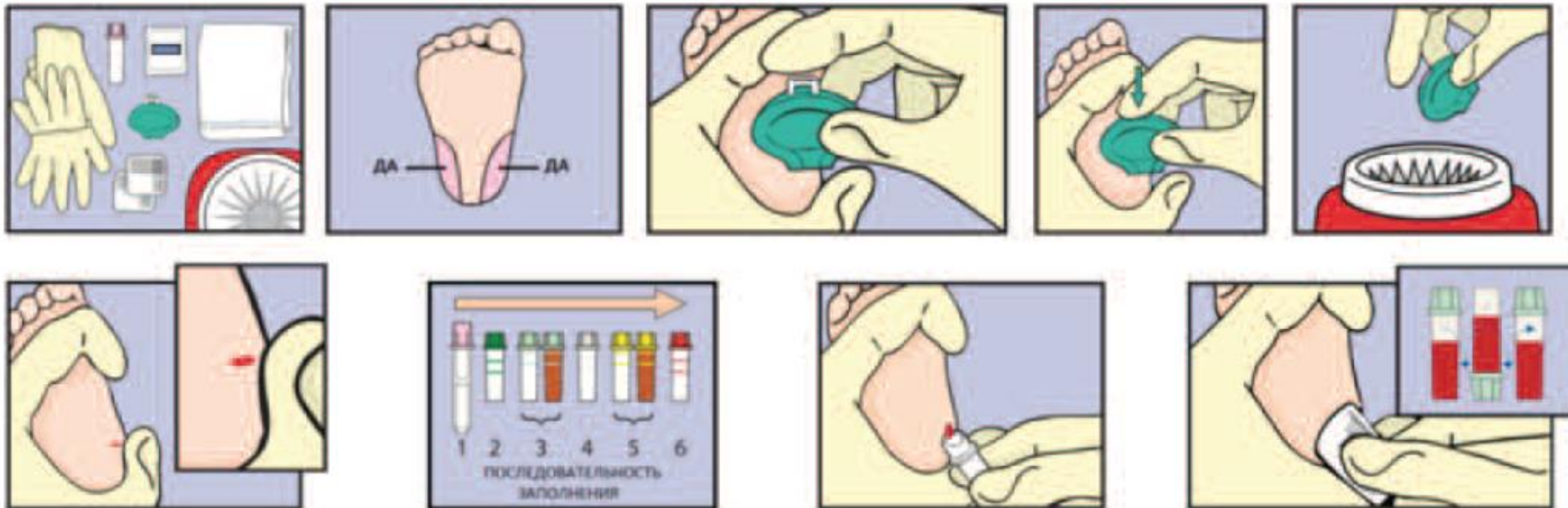
Капилляр должен быть полностью заполнен, не содержать воздуха, с заглушками с обеих сторон быстро

Анализ должен быть выполнен максимально быстро (не позднее 10 минут)

Кислородный статус капиллярной крови отличается от артериальной - pO_2 и sO_2 могут быть иными



Техника при взятии капиллярной крови у новорожденных



Процедура взятия капиллярной крови при помощи пункции пяточной области у новорожденных	
Рекомендованная процедура	Комментарии/важные детали
Объясните суть проведения процедуры родителям, если есть такая возможность, и обеспечьте младенцу достаточный комфорт, расположив его лежа на спине.	
Вымойте руки, выберите необходимое оборудование для взятия крови	Убедитесь в том, что был выбран подходящий для пациента размер ланцета
Выберете место проведения пункции на боковой стороне пятки	Расстояние от поверхности кожи до кости в средней части стопы составляет половину такого расстояния в боковой и медиальной части стопы. Особую осторожность следует соблюдать во время смены мест проведения пункции, в случае необходимости многократного взятия крови
Разогрейте стопу с помощью теплой ткани, теплой воды или латексной перчатки, наполовину заполненной теплой водой (не более 42°C) и завернутой в ткань	Согревание пятки значительно повышает количество крови, которое можно взять из пятки (примерно в семь раз), что приводит к уменьшению гемолиза/кровоподтеков
Оденьте перчатки	
Расположите пятку ниже туловища младенца и удерживайте ее без резкого сгибания лодыжки	Уверенное удержание ноги позволяет избежать ее движения во время проведения пункции пяточной области
Очистите место проведения пункции с помощью кожного антисептика и дайте ему высохнуть	Остатки спирта могут вызвать гемолиз и ошибочные показатели содержания сахара в крови
Быстро проколите кожу с использованием автоматического ланцета, рекомендованного для новорожденных, и сотрите тампоном первую каплю крови	Первая капля крови содержит тканевую жидкость и может содержать спирт, который может повлиять на результаты теста
Удерживайте место пункции внизу, осторожно надавливайте на прилегающую область и производите взятие крови в пробирку	Сильное сдавливание может привести к получению гемолитических образцов, повреждениям кожи и загрязнению образца тканевой жидкостью
После завершения взятия крови поднимите ногу выше тела и осторожно сожмите место проведения пункции с использованием сухой стерильной марли до тех пор, пока кровотечение не будет остановлено	Использование бактерицидных пластырей/бинтов не требуется и может привести к мацерации тканей во время их удаления и даже проникновению инородных тел в дыхательные пути, если ребенок будет брать в рот этот пластырь или бинт
Утилизируйте отходы соответствующим методом	Поместите ланцет в контейнер для острых предметов, а пропитанные кровью материалы – в контейнер для биологически опасных материалов
Направьте промаркированный образец крови в лабораторию	На этикетке должны быть указаны имя пациента, идентификационный номер, отделение, дата, время и имя специалиста, проводившего взятие крови

Видео о взятии капиллярной крови!



Плей-лист газы крови RL1200 и взятие крови.xspf

Стандартизация процедуры взятия капиллярной крови

Для взятия капиллярной крови требуется разработать и применять СОП с пошаговыми инструкциями по взятию образца

Без СОП и стандартизации процедуры результаты будут отличаться у разных операторов у одного и того же пациента, исследование будет низко информативным

После взятия пробы

❖ При самозаполнении шприца важно после окончания взятия крови удалить все пузырьки воздуха

Последствия: пузырьки воздуха - $\uparrow$ pO_2 влияют на другие показатели

Как избежать:

1. Осмотр пробы на наличие пузырьков
2. Аккуратно постукиваю по стенкам шприца, сместить пузырьки воздуха вверх
3. Выдавить пузырьки воздуха сразу после взятия пробы, до перемешивания пробы

После удаления пузырьков воздуха пробу нужно герметизировать, закрыв колпачком



Использование сэмплеров для артериальной крови с самогерметизирующимися колпачками снижает вероятность образования пузырьков воздуха

❖ Тщательно перемешать кровь с антикоагулянт: 5 раз перевернуть шприц и 15 секунд аккуратно вращать шприц между ладонями

Возможно образование сгустков в образце при не полном перемешивании

Последствия: остановка работы анализатора, $\uparrow$ $[K^+]$, ошибки измерения Hb

Последствия:

- Разрушение клеток крови при хранении на льду / механическом воздействии
- $\uparrow[K^+]$ $\downarrow[Na^+]$ $\downarrow[Ca^{2+}]$

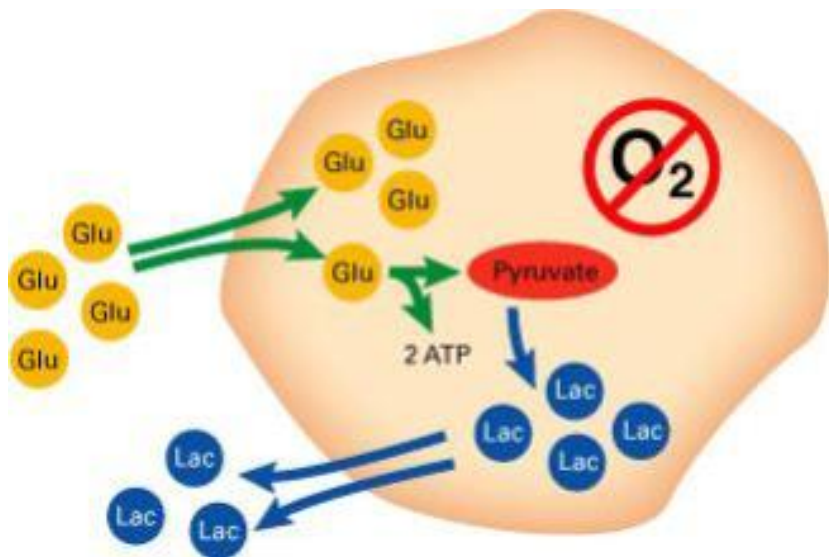
Как избежать:

- Запрещено хранение на льду - переохлаждение пробы (только водно-ледяная баня) только для стеклянных устройств взятия крови
- Не рекомендуем охлаждать образец, лучше оперативно измерять каждый образец по отдельности
- Аккуратное перемешивание пробы
- Снижение скорости движения образца во время взятия материала (выбор корректного диаметра иглы и **аккуратная** ручная аспирация образца)
- **Избегать транспортировки пневмопочтой (есть специальная пневмо-почта для КЩС), дешевле расположить прибор КЩС рядом с пациентом**

Не допускается использовать водно-ледяную баню для транспортировки образцов в пластиковых шприцах

Транспортировка / хранение пробы

После взятия крови продолжается активный метаболизм клетками:



↓ pO₂ Кислород продолжает потребляться

↑ pCO₂ Углекислота продолжает синтезироваться

↑ pH из-за накопления углекислоты и гликолиза

↑ [Ca²⁺] Изменение pH влияет на связывание Ca²⁺ белками

↓ [Glu] - метаболизма глюкозы

↑ cLac - Гликолиз

Интенсивность метаболизма зависит от времени хранения образца, температуры окружающей среды, содержания клеток в образце

При взятии материала каждая проба измеряется индивидуально и наиболее оперативно

Хранение на водо-ледяной бане:

время хранения образца до 15 минут но:

- Нельзя с пластиковыми шприцами (проницаемы для O_2 и CO_2)
- $\uparrow [K^+]$ и $\downarrow [Na^+]$
- + Поддержание pH, pCO_2 , pO_2 , Glu, Lac

Хранение при комнатной температуре:

- Требуется быстрого выполнения анализа
- Постоянна $[K^+]$
- $\downarrow [Glu]$ (около 0.5 ммоль/л/час)
- $\uparrow [Lac]$ (около 0.5 ммоль/л/час)

Стеклянные капилляры используются все реже и реже → в целом не рекомендуем охлаждать пробы

Следует проводить анализ образца немедленно (менее 5 минут)

- ❖ При очень высоком лейкоцитозе (100.000 клеток в мкл) / тромбоцитопении (гемолиз + общее состояние пациента)
- ❖ Оценка параметров шунта

При хранении образца более 10 минут происходит расслоение на плазму и клеточную массу – тщательно перемешать образец перед анализом

Решения для газов крови Siemens Healthineers

Концепция РОС – анализатор расположен в непосредственной близости к пациенту (реанимация, экспресс лаборатория, операционная)

Сокращение времени преаналитического этапа (в идеале до 5-10 минут), может позитивно сказаться на качестве получаемых результатов исследования

Портативный экспресс анализатор

ЕРОС
NXS



Картриджный анализатор

RAPIDPoint
500e

