

Содержание

Список сокращений	vi
Глава 1. Это была темная и ненастная ночь...	1
Глава 2. О важности выбора слов и отношениях	11
Глава 3. Гемодинамика	13
Глава 4. Дыхательная недостаточность	43
Глава 5. Нейрореанимация	69
Глава 6. Почки	83
Глава 7. Устранение нарушений кислотно-основного состояния	99
Глава 8. Инфекция в интенсивной терапии	107
Глава 9. Кровотечение и свертывание крови	113
Глава 10. Эндокринная система	125
Глава 11. Нутритивная поддержка	137
Полезные источники информации	142
Об авторе	144
Предметный указатель	145

Что важно знать на обходе:

- Проводится ли пациенту ИВЛ?
- Почему пациенту проводится ИВЛ?
- Каковы текущие настройки аппарата ИВЛ и какие существенные изменения вносились в них за последние 24 часа?
- Будет ли ИВЛ сегодня продолжена? Если да, то какие параметры вентиляции необходимо скорректировать? Безопасно ли проводится вентиляция пациенту?
- Если сегодня ИВЛ будет прекращена, что необходимо предпринять для успешной экстубации?
- Имеются ли какие-либо нерешенные проблемы с легкими?

Что вам нужно, чтобы выжить

Дыхательная недостаточность является самой частой причиной госпитализации в отделение интенсивной терапии. Ниже мы сосредоточимся на искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и устранении возможных неполадок. В этой главе описано:

- Что может и что не может аппарат ИВЛ при лечении дыхательной недостаточности
- Словарь терминов, которые используются при проведении ИВЛ
- Краткое описание распространенных режимов вентиляции
- Начальные параметры вентиляции, основанные на патофизиологии
- Неинвазивная вентиляция с применением положительного давления в дыхательных путях
- Таблицы дыхательных объемов и РЕЕР
- Устранение различных проблем
- Алгоритм обеспечения проходимости дыхательных путей

Три функции, которые выполняет аппарат ИВЛ

1. Обеспечивает FiO_2 до 100%

- Несмотря на то, что газ из реанимационной консоли на 100% состоит из кислорода, при проведении неинвазивной респираторной поддержки, как в виде высокопоточной назальной оксигенации, так и в виде BiPAP, все равно происходит утечка дыхательной смеси и примешивается атмосферный воздух.
- Интубационная трубка с манжетой позволяет аппарату ИВЛ надежно обеспечить подачу даже 100% кислорода.

2. Использует положительное давление в дыхательных путях для уменьшения внутрилегочного шунтирования

- Термин «легочный шунт» относится к участкам легких, которые перфузируются, но не вентилируются. Представьте себе пациента со слизистой пробкой и ателектазом целого легкого — кровоток сохранен, а газообмена нет. Следствием будет гипоксемия.
- Шунтирование — это основное звено патогенеза большинства патологических процессов, из-за которых возникает дыхательная недостаточность: отек легких, ОРДС, пневмония, аспирационный пневмонит и т.д. Вентиляция с положительным давлением позволяет открыть и удерживать открытыми пораженные альвеолы, уменьшить шунтирование и улучшить оксигенацию.

3. Берет на себя работу дыхания

- Это совершенно понятно на примере гиперкапнической дыхательной недостаточности: дыхательные мышцы слишком слабы для должного выведения CO_2 , поэтому необходима ИВЛ.
- Применение ИВЛ не столь очевидно, но не менее необходимо в ситуации, когда работа дыхания слишком велика, чтобы пациент справился с ней сам. Септический шок, политравма и острая сердечная недостаточность могут не вызывать гиперкапнию, но они чрезмерно повышают работу дыхательных мышц. Распознавание надвигающейся дыхательной недостаточности и ранняя интубация всегда предпочтительнее, чем ожидание, когда пациента постигнет катастрофа.

Единственное, что не может сделать аппарат ИВЛ

Заставить пациента быстрее поправиться

- Аппарат ИВЛ — это средство поддержки, которое поможет сохранить пациенту жизнь во время лечения основной причины дыхательной недостаточности.
- Настройки аппарата ИВЛ сами по себе не могут улучшить состояние пациента — это не комбинация кодов на замке.

Три пункта, на которые следует обратить внимание у пациентов на ИВЛ

1. Не вредите пациенту неправильными настройками аппарата ИВЛ

- Хотя аппарат ИВЛ не может ускорить выздоровление пациента, он совершенно точно может навредить, если давление вдоха или дыхательный объем слишком высоки. Вот некоторые безопасные границы при проведении ИВЛ*:
 - Используйте физиологический дыхательный объем, который обычно составляет 4-8 мл/кг прогнозируемой массы тела (ПМТ)**. При ОРДС удерживайте дыхательный объем в диапазоне 4-6 мл/кг.
 - Поддерживайте альвеолярное давление в конце вдоха, или давление плато (P_{PLAT}), на уровне 30 см вод. ст. и ниже.
 - Поддерживайте по возможности движущее давление легких (driving pressure — давление плато минус давление в конце выдоха, $P_{\text{PLAT}} - P_{\text{EEP}}$) в диапазоне 10-15 см вод. ст. Очень постарайтесь, чтобы оно не превышало 18-20 см вод. ст.
 - Регулярно проверяйте наличие феномена «воздушной ловушки» (autoPEEP) и настройте аппарат таким образом, чтобы полностью ликвидировать autoPEEP или свести его к минимуму.

* Очевидно, что эти границы применимы не ко всем ситуациям, но в большинстве случаев будет правильным их придерживаться.

** Прогнозируемая масса тела (ПМТ) основана на росте и поле пациента. **Вы должны ее рассчитывать для всех своих пациентов на ИВЛ!** Не используйте фактический вес тела для установки дыхательного объема!

- Помните, что ваша цель — это не идеальный анализ КОС. Респиратор следует использовать для обеспечения адекватного газообмена и ключевое слово здесь — «адекватный».
 - Если нормальный уровень PaO_2 равен 100, то допустимый уровень PaO_2 — 65. В большинстве случаев достаточным является показатель PaO_2 в границах 55-90 (что соответствует SpO_2 88–96%).
 - Умеренный респираторный ацидоз, как правило, хорошо переносится. Показатель pH 7,25 и PaCO_2 52 мм рт. ст. лучше ситуации, когда альтернативой является применение чрезмерного дыхательного объема для нормализации анализа газов крови.
 - Выражение «лучшее — враг хорошего» подходит почти для всего, что мы делаем в отделении интенсивной терапии.
2. Не позволяйте пациенту изматывать себя
- Обеспечьте достаточную респираторную поддержку, чтобы пациенту было комфортно.
 - При острой сердечно-легочной недостаточности, шоке и т.д. обычно необходимо практически полностью возложить работу дыхания пациента на аппарат ИВЛ.
3. Прекратите ИВЛ, когда пациент будет готов
- Каждый день — это либо «день продолжения вентиляции», либо «день прекращения вентиляции».
 - Если это «день продолжения вентиляции», то проверьте настройки аппарата, чтобы они обеспечивали адекватный газообмен, и убедитесь, что вы не превышаете безопасные границы. Убедитесь, что пациенту комфортно.
 - Если это «день прекращения вентиляции» — проведите тест спонтанного дыхания. Если пациент его проходит — экстубируйте.
 - Чтобы понять, что сегодня «день прекращения вентиляции», обычно* используют следующие критерии:
 - Основная причина дыхательной недостаточности должна быть устранена
 - $\text{FiO}_2 = 0,5$ или меньше
 - Значение РЕЕР = 8 или меньше
 - Нет значимого autoPEEP
 - Пациент не нуждается в высоком уровне гемодинамической поддержки — высоких дозах вазопрессоров или

* «Обычно» не означает «всегда». Вы должны учитывать общее состояние пациента и другие факторы

нескольких вазопрессорах, механической поддержке кровообращения и т.д.

- Пациент адекватно реагирует и следует указаниям персонала
- Защитные рефлексы дыхательных путей (кашель) сохранены, нет избыточного количества мокроты
- Если вы никогда повторно не интубировали пациентов, значит, вы ждете слишком долго, и многие ваши пациенты проводят на ИВЛ больше времени, чем могли бы. Если же вы повторно интубируете 40-50% пациентов, то вы не слишком внимательны к критериям экстубации. Частота повторных интубаций около 10-20%, возможно, почти оптимальна.

Параметры и термины ИВЛ

Частота вентиляции: количество вдохов, которые пациент получит за минуту. Это может быть либо только установленная частота аппарата ИВЛ, либо общая частота (аппаратные вдохи плюс вдохи, сделанные самим пациентом).

Дыхательный объем (VT): объем газовой смеси, который пациент получает во время вдоха. Обычно дыхательный объем составляет 5-8 мл/кг ПМТ. При ОРДС дыхательный объем обычно поддерживается в пределах 4-6 мл/кг ПМТ. В менее тяжелых случаях дыхательной недостаточности дыхательный объем устанавливают в пределах 6-8 мл/кг ПМТ. Пациенты с астмой и ХОБЛ часто испытывают чувство нехватки воздуха («воздушный голод»), поэтому им может потребоваться дыхательный объем до 8-10 мл/кг ПМТ.

Минутная вентиляция: частота вентиляции, умноженная на дыхательный объем. Минутная вентиляция определяет количество CO_2 , выводимое из организма. Чем выше минутная вентиляция, тем ниже PaCO_2 .

FiO_2 : фракция кислорода во вдыхаемой смеси, обозначается или в процентах (то есть 40%), или в виде числа (0,4). Вопреки распространенному мнению, аппарат может подавать пациенту обычный атмосферный воздух (FiO_2 0,21). Кислород подобен любому другому лекарству в отделении интенсивной терапии — используйте его ровно столько, сколько нужно пациенту, и не больше.

Что важно знать на обходе:

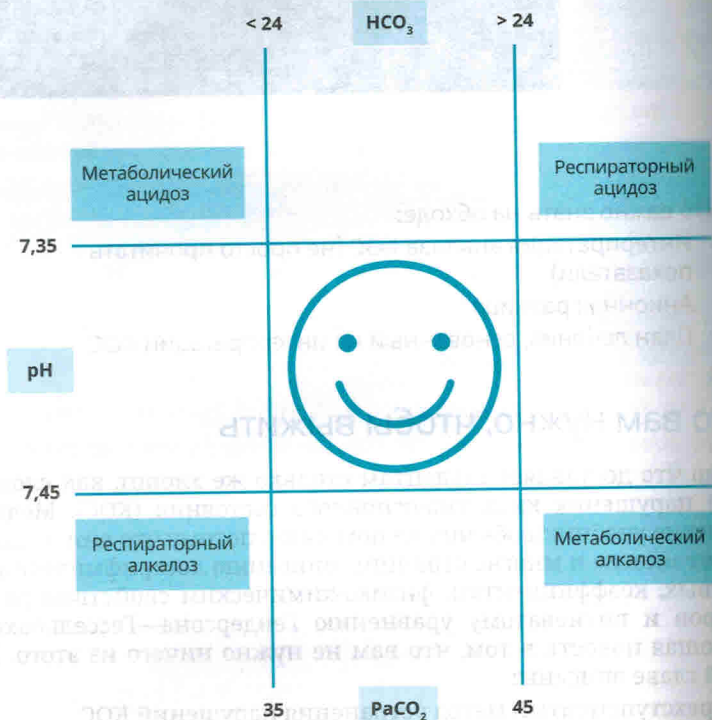
- Интерпретация анализа КОС (не просто прочитать показатели)
- Анионная разница
- План лечения, основанный на интерпретации КОС

Что вам нужно, чтобы выжить

Мало что доставляет студентам столько же хлопот, как сложные нарушения кислотно-основного состояния (КОС). Медицинские учебники обычно не помогают, потому что они посвящают многие и многие страницы описанию логарифмических кривых, коэффициентам, физико-химическим свойствам растворов и витеватомат уравниению Гендерсона—Гессельбаха. Хорошая новость в том, что вам не нужно ничего из этого. В этой главе описаны:

- Трехступенчатый метод устранения нарушений КОС
- Правила компенсации при различных нарушениях
- Дифференциальный диагноз метаболического ацидоза с анионной разницей и без нее

Шаг 1: определите первичное расстройство



Вначале посмотрите на pH. В норме pH составляет 7,35–7,45, с разделительной линией 7,40. Если pH менее 7,35, у пациента — ацидемия; это значит, что итоговое изменение в кровотоке — в кислую сторону. Затем посмотрите на PaCO₂. Если PaCO₂ менее 40 (и обычно менее 35), у пациента — метаболический ацидоз. Пациент гипервентилируется, чтобы избавиться от кислого CO₂. Если же PaCO₂ выше 40 (обычно выше 45), первичным расстройством является респираторный ацидоз. Задержка CO₂ делает пациента ацидемичным.

Если у пациента алкалоз (его pH выше 7,45), низкое значение PaCO₂ (менее 35) означает, что первичное расстройство — респираторный алкалоз. Если же PaCO₂ выше 45, первичное рас-

стройство — метаболический алкалоз, и пациент гиповентируется, чтобы скорректировать pH.

Помните: человеческий организм редко способен (если вообще способен) компенсировать pH до нормальных границ! Это приводит нас к шагу 2...

Шаг 2: оцените компенсацию

Является ли компенсация адекватной? Когда первичное расстройство является метаболическим, у пациента развивается гиповентиляция или гипервентиляция в попытке поддержать гомеостаз. Это называется респираторной компенсацией. Ваш следующий шаг — определить, является ли эта компенсация адекватной. Если нет, значит, имеется еще одно расстройство наряду с первичным нарушением. Формулы оценки компенсации требуют знания PaCO₂ и HCO₃ сыворотки крови. Если показатель HCO₃ в биохимическом анализе крови и анализе КОС отличаются, возьмите показатель из биохимического анализа. Потому что в биохимическом анализе этот показатель измеряется, а в анализе КОС его рассчитывают. В норме HCO₃ должен составлять 24.

Компенсация при метаболическом ацидозе

$$\text{Предсказанный PaCO}_2 = (1,5 \times \text{HCO}_3) + 8$$

Например, если pH = 7,22, PaCO₂ = 27 и HCO₃ = 14, мы знаем, что первичным расстройством является метаболический ацидоз (низкий pH, низкий PaCO₂). В соответствии с нашей формулой компенсации предсказанный PaCO₂ составляет 29 [(1,5 × 14) + 8 = 29]. Дайте себе «фактор уклонения» 2 в обе стороны от полученного предсказанного значения. Отсюда наше заключение: у этого пациента имеется **метаболический ацидоз с адекватной респираторной компенсацией**. Попробуйте не говорить, что пациент имеет «компенсаторный респираторный алкалоз». Алкалоз означает патологический процесс. В нашем случае компенсация — это целиком и полностью нормальный ответ на ацидоз.

Другой пример: у пациента pH = 7,12, PaCO₂ = 32 и HCO₃ = 10. Опять же первичным расстройством является метаболический ацидоз. Однако предсказанный показатель PaCO₂ по формуле

должен составлять 23, а у нас он 32. Это выше, чем предсказанный, и говорит в пользу сопутствующего респираторного ацидоза. Каков диагноз? **Комбинация метаболического и респираторного ацидоза**. Является ли это следствием передозировки лекарственных средств? Или это септический пациент с дыхательной недостаточностью? Как всегда, соотнесите свое заключение с клинической ситуацией!

Еще один пример: $pH = 7,32$, $PaCO_2 = 24$ и $HCO_3 = 16$. Первичное расстройство — метаболический ацидоз. Предсказанный $PaCO_2$ — 32. $PaCO_2$ ниже, чем мы ожидаем, поэтому у пациента имеется **метаболический ацидоз с сопутствующим респираторным алкалозом**.

Компенсация при метаболическом алкалозе

$$\text{Предсказанный } PaCO_2 = (0,7 \times HCO_3) + 21$$

Метаболический алкалоз чаще всего является следствием гиповолемии, особенно в результате рвоты или дренирования ЖКТ. Иные достаточно редкие причины: гиперальдостеронизм и другие типы избытка минералокортикоидов.

Пример: $pH = 7,52$, $PaCO_2 = 42$, $HCO_3 = 30$. Это метаболический алкалоз, и предсказанный $PaCO_2$ составляет 42: у этого пациента **метаболический алкалоз с адекватной респираторной компенсацией**. Эта ситуация возможна у пациента с панкреатитом, у которого была рвота в течение 3 дней.

А что, если $pH = 7,53$, $HCO_3 = 40$ и $PaCO_2 = 60$ (пациент сстойной сердечной недостаточностью получил болюс 50 мл бикарбоната)? Это метаболический алкалоз, но предсказанный $PaCO_2$ составляет 49. У этого пациента **метаболический алкалоз с сопутствующим респираторным ацидозом**.

При респираторных расстройствах вы должны определить, является ли процесс острым или хроническим. В целом, хронический процесс длится в течение 3–5 дней и более, давая почкам время для компенсации. Пациенты с хроническим респираторным ацидозом («эмфизематозники» с задержкой CO_2) имеют pH , близкий к норме, несмотря на высокий $PaCO_2$; клинически они способны переносить более высокий уровень $PaCO_2$ без спутанности сознания.

Формулы компенсации приведены далее.

Компенсация при респираторном ацидозе

- Острый: HCO_3 повышается на 1 на каждые 10 мм рт. ст. роста $PaCO_2$
- Хронический: HCO_3 повышается на 3–4 на каждые 10 мм рт. ст. роста $PaCO_2$

К примеру, если у пациента с эмфиземой $pH = 7,34$, $PaCO_2 = 60$ и $HCO_3 = 32$, у него **хронический респираторный ацидоз с адекватной метаболической компенсацией**. Ключом к постановке диагноза «хронический» является анамнез (ХОБЛ), повышенное $PaCO_2$ и pH , близкое к норме. Этот пациент к тому же нормально говорит; другой пациент без такого анамнеза, исходно вполне здоровый, при значении $PaCO_2$ 60 был бы в сопоре или коме.

Другой случай: пациент, получивший слишком много морфина, находится в сопоре. Его анализ КОС: $pH = 7,26$, $PaCO_2 = 55$ и $HCO_3 = 27$. У него респираторный ацидоз и предсказанный HCO_3 составляет 26. Таким образом, у него **острый респираторный ацидоз с адекватной метаболической компенсацией**.

Наконец, рассмотрим пациента без сознания, которого вынесли из горящего дома. Его $pH = 7,13$, $PaCO_2 = 60$ и $HCO_3 = 16$. Первичное расстройство — респираторное (мы могли бы назвать его метаболическим и действовать далее под этим углом — это дело выбора) и предсказанный HCO_3 26, выше чем измеренный. У него **смешанный респираторный и метаболический ацидоз**. В данном случае главный виновник — цианиды.

При респираторном алкалозе в случае хронического или острого процесса применяйте те же правила. Хронический респираторный алкалоз обычно является следствием беременности, хронической гипоксемии, хронических заболеваний печени и побочных действий лекарственных средств.

Компенсация при респираторном ацидозе

- Острый: HCO_3 падает на 2 на каждые 10 мм рт. ст. снижения $PaCO_2$
- Хронический: HCO_3 падает на 5 на каждые 10 мм рт. ст. снижения $PaCO_2$

Пример: пациентка доставлена после внезапного начала одышки и тахипноэ (30–34 в минуту). Ее $pH = 7,52$, $PaCO_2 = 25$ и $HCO_3^- = 21$. Предсказанный HCO_3^- составляет 21 (согласно формуле, приведенной выше), поэтому у нее **острый респираторный алкалоз с адекватной метаболической компенсацией**. КТ показала тромбоэмболию легочной артерии.

После того как вы посмотрели эту пациентку, вас попросили осмотреть еще одну пациентку, пожилую женщину со рвотой в течение 2 дней. Из анамнеза выяснилось, что она ошибочно принимала прописанный ей теofilлин три раза в сутки вместо двух и концентрация теofilлина у нее в крови составляет 30 (токсичный уровень). Ее КОС: $pH = 7,58$, $PaCO_2 = 30$ и $HCO_3^- = 29$. У нее **хронический респираторный алкалоз** (известный побочный эффект теofilлина, особенно в высоких дозах), а также **метаболический алкалоз** вследствие рвоты.

Что можно сказать обо всех этих формулах? Извините, что нет сокращенных вариантов для шага № 2. Или запишите себе эти формулы в блокнот, или запомните их. Более технологичное решение — держать их поближе в своем смартфоне. По мере того, как вы будете становиться все большим специалистом, эти формулы будут становиться для вас все более легкими.

Шаг 3: обратите внимание на анионную разницу

Вспомните, что существует два типа метаболического ацидоза: который вызывает анионную разницу и который этого не делает. Анионная разница, если вы помните, рассчитывается по формуле: $[Na - (Cl + HCO_3^-)]$. В норме она составляет около 12 и говорит о неизмеренных анионах, таких как белки плазмы. Если рассчитанная разница выше нормы по меньше мере на 3–4, она считается повышенной. Гипоальбуминемия может искусственно понизить значение анионной разницы, поэтому нормальным значением должен быть уровень альбумина в сыворотке крови, умноженный на 3. Шаг № 3 требует, чтобы вы рассчитали анионную разницу и провели дифференциальный диагноз на его основе. Дифференциальный диагноз можно запомнить на основе мнемонического правила. Не волнуйтесь, решать проблемы КОС не труднее, чем запомнить, как пишется слово «мнемоника»!

Некоторые причины ацидоза с повышенной анионной разницей (MUDPILES)

Метанол (отравление)

Уремия

Диабетический кетоацидоз

Паральдегид (отравление)

Железо (Iron), Изониазид (отравление)

Лактатацидоз

Этиленгликоль (отравление), Этанол-связанный кетоацидоз

Салицилаты (отравление), кетоацидоз голодания (Starvation),

Сепсис

Некоторые причины ацидоза без повышенной анионной разницы (HARD UP)

Гиперхлоремия (изотонический раствор натрия хлорида, полное парентеральное питание)

Аддисона болезнь, Ацетазоламид

Почечный канальцевый ацидоз (Renal tubular acidosis)

Диарея

Операции по пересадке мочеточников (Ureter)

Патология поджелудочной железы — ложные кисты, свищи (Pancreatic problems)

Наличие или отсутствие анионной разницы поможет вам определить причину метаболического ацидоза. Иногда она является единственным признаком, что вообще имеется метаболический ацидоз. Кроме того, увеличение анионной разницы выше нормы будет коррелировать с падением уровня HCO_3^- ниже нормы (24). Если уровень HCO_3^- выше предполагаемого, имеется сопутствующий метаболический алкалоз. Если же уровень HCO_3^- ниже предполагаемого, это может говорить о наличии ацидоза без увеличения анионной разницы.

Вот случай: 23-летний диабетик поступил в стационар в состоянии шока. Его родители сказали, что его непрерывно рвало в течение 4 дней. Ваши коллеги попросили вас расшифровать биохимический анализ и газы крови пациента. Его глюкоза крови 399 мг/мл (22,2 ммоль/л), натрий 133, хлориды 90, а HCO_3^- 20. Его $pH = 7,2$, а $PaCO_2$ 40. Что делать?