

Оглавление

Авторский коллектив	8
Предисловие к изданию на русском языке	10
Список сокращений и условных обозначений	11
Глава 1. Введение	14
Глава 2. Терминология и определения	18
Основные понятия в искусственной вентиляции легких	18
Физиологические термины	19
Фазы аппаратного дыхательного цикла	20
Устанавливаемые параметры искусственной вентиляции легких	21
Режимы искусственной вентиляции легких	26
Стандартные режимы искусственной вентиляции легких	26
Рекомендуемая литература	30
Глава 3. Обзор данных по физиологии и патофизиологии дыхания	31
Газообмен	31
Проблемы, связанные с оксигенацией	34
Гипоксемия	34
Гипоксическая вазоконстрикция	42
Ателектазирование и дерекрутирование легких	44
Проблемы, связанные с вентиляцией	45
Податливость и сопротивление	46
Рекомендуемая литература	52

Глава 4. Неинвазивная респираторная поддержка	53
Кислородотерапия	53
Высокопоточная оксигенация через носовые канюли	54
Неинвазивная искусственная вентиляция легких с положительным давлением	56
Список литературы.....	60
Глава 5. Режимы инвазивной искусственной вентиляции легких	62
Режимы инвазивной искусственной вентиляции легких	62
Давления, измеряемые вентилятором	70
Список литературы.....	74
Рекомендуемая литература.....	74
Глава 6. Как понять, что показывает экран аппарата искусственной вентиляции легких	75
Рекомендуемая литература.....	82
Глава 7. Подключение пациента к аппарату искусственной вентиляции легких	83
Предупреждая физиологические изменения	83
Настройка параметров искусственной вентиляции легких	85
Изменение исходных настроек аппарата искусственной вентиляции легких.....	89
Рекомендуемая литература.....	91
Глава 8. Особые обстоятельства: острый респираторный дистресс-синдром	92
Маневры открытия (рекрутирования) альвеол.....	97
Нейромышечная блокада	100
Список литературы.....	103
Глава 9. Особые обстоятельства: бронхиальная астма и хроническая обструктивная болезнь легких	105
Хроническая обструктивная болезнь легких.....	112
Рекомендуемая литература.....	117

Глава 10. Особые обстоятельства: неврологические

нарушения.....	118
Тяжелая черепно-мозговая травма.....	118
Ишемический инсульт.....	122
Внутричерепное кровоизлияние.....	124
Эпилептический статус.....	125
Список литературы.....	126

Глава 11. Разрешение типичных проблем

при проведении искусственной вентиляции легких ..	128
Рекомендуемая литература.....	131

Глава 12. Искусственная вентиляция легких: разбор

клинических примеров	132
Клинический пример 1	132
Клинический пример 2	134
Клинический пример 3	136
Клинический пример 4	137
Ответы на вопросы к клиническим примерам	139
Клинический пример 1	139
Клинический пример 2	141
Клинический пример 3	144
Клинический пример 4	147
Рекомендуемая литература.....	149

Глава 13

Выводы и ключевые положения	150
-----------------------------------	-----

Глава 1

Введение

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) — это медицинская технология, которая часто необходима пациентам в отделении экстренной помощи (ОЭП)¹, у которых имеются дыхательные нарушения. Показания к ИВЛ включают защиту дыхательных путей, борьбу с гипоксемической и гиперкапнической дыхательной недостаточностью или с их сочетаниями. В некоторых случаях пациентам интубируют трахею и проводят ИВЛ для выполнения срочных процедур в условиях ОЭП, например, у пациента с травмой и в возбужденном состоянии, если срочно требуется провести компьютерную томографию или инвазивные исследования. Однако интубация трахеи и начало ИВЛ требуют высокой настороженности врача, поскольку ее использование может повлиять на весь ход лечения пациента.

Традиционно ИВЛ не включают как один из основных компонентов в практический курс экстренной медицины, вместо этого основные принципы ИВЛ оставляют для изложения реаниматологам и специалистам по респираторной терапии². Однако с увеличением вре-

¹ Современном приемном отделении, «шоковом» зале (прим. ред. перевода).

² Этих специалистов называют респираторными терапевтами, хотя, по сути, они имеют лишь среднее медицинское образование; в их обязанности входит уход за дыхательными путями, настройка дыхательной аппаратуры, применение откашливателей и т.д. (прим. ред. перевода).

мени пребывания в ОЭП и тяжести состояния наших пациентов специалисты по экстренной помощи часто ведут пациентов, которым проводят ИВЛ, в течение все более долгих периодов времени. Кроме того, продолжает накапливаться все больше данных, говорящих о важной роли качественной ИВЛ для всех пациентов в критических состояниях.

По сравнению со многими другими процедурами и оценками, которые проводят врачи отделения неотложной помощи, ИВЛ в ее основных вариантах проводится относительно просто. Хотя периодически встречаются пациенты, у которых очень сложно обеспечить оксигенацию и вентиляцию легких (в этих случаях требуется помощь специалиста), для ведения подавляющего большинства пациентов достаточно простых, научно обоснованных принципов ИВЛ. Управление аппаратом ИВЛ может показаться пугающе сложным вследствие разнообразной и сбивающей с толку терминологии (при этом многие врачи используют синонимы для обозначения одних и тех же режимов и параметров ИВЛ), небольших различий между моделями аппаратов ИВЛ, незнания, как обращаться с аппаратом, или в случаях, когда врач отдает управление аппаратом в другие руки. Целями данной главы является следующее.

1. Познакомить врачей в ОЭП с основными терминами ИВЛ.
2. Изложить основные положения респираторной физиологии, относящиеся к искусственной вентиляции легких.
3. Обсудить основные принципы выбора параметров ИВЛ.
4. Разработать стратегии ведения находящихся в ОЭП пациентов с острым респираторным ди-

стресс-синдромом (ОРДС), бронхиальной астмой, хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и черепно-мозговой травмой, которым проводят ИВЛ.

5. Уметь быстро выявить и адекватно отреагировать на экстренные ситуации, возникающие при проведении ИВЛ.

Несколько слов о стиле подачи и функции этих образовательных материалов. Во-первых, авторы предполагают, что читатели являются знающими, опытными врачами, которые, так уж сложилось, до сих пор не имели дела с ИВЛ. Объяснения различных аспектов ИВЛ сознательно упрощены в качестве ответа на другие статьи и книги, которые временами излагают вопрос слишком усложненно. Во-вторых, излагаемые принципы сознательно повторяются в тексте несколько раз, на основании принципа, что представление одной и той же информации разными путями улучшает ее понимание и облегчает запоминание. В-третьих, цель этих материалов — изложить основные концепции. Читатели должны знать, что в сложных современных аппаратах для ИВЛ есть резервные режимы вентиляции или другие меры предосторожности, позволяющие автоматически переключаться между режимами, либо другие программы для обеспечения безопасности пациента. Подробное изложение этих сложных функций аппаратов для ИВЛ выходит за рамки данного текста. Однако авторы придерживаются взгляда, что всестороннее понимание основных принципов позволит любому врачу отделения экстренной помощи проводить интенсивную терапию своим пациентам при выполнении ИВЛ, основываясь на научных данных, а также эффективно общаться со своими коллегами в сфере медицины

критических состояний и респираторной медицины. Как и в случае многих других областей медицины, изложить данные по ИВЛ можно многими способами, и все они будут верными. В данном случае мы будем использовать один и тот же метод многократно, чтобы облегчить запоминание.

Из соображений краткости в этом тексте не будем останавливаться на подробностях клинического ведения пациента, не относящихся к ИВЛ, исходя из допущения, что врачи знакомы с терапией рассматриваемых состояний. Кроме того, хотя интерпретация показателей газового состава крови важна для качественного ведения пациентов на ИВЛ, подробное рассмотрение такого анализа выходит за рамки данного текста.

Глава 2

Терминология и определения

Основные понятия в искусственной вентиляции легких

Управляемые (целевые) переменные — это показатели, которые заданы в выбранном режиме ИВЛ. Например, существуют режимы ИВЛ с *управляемым давлением* и режимы с *управляемым объемом*.

Условные переменные при ИВЛ представляют собой зависимые переменные. Например, при режимах ИВЛ с управляемым объемом дыхательный объем (VT) (объем подаваемого в легкие воздуха за один дыхательный цикл) представляет собой заданный параметр, в то время как давление является условной переменной и может меняться от одного цикла дыхания к другому.

Триггер — фактор, запускающий вдох. Триггером в аппаратном цикле дыхания могут служить давление, поток воздуха или время.

«Циклирование» (переключение со вдоха на выдох) — определение конца вдоха и начала выдоха. Например, переключение аппарата ИВЛ со вдоха на выдох может осуществляться по объему (волюм-циклическая ИВЛ), давлению (прессо-циклическая ИВЛ) или времени (тайм-циклическая ИВЛ).

Физиологические термины

Сопротивление воздушных путей относится к силам сопротивления в ходе аппаратного дыхательного цикла. Нормальное сопротивление воздушных путей составляет ≤ 5 см $\text{H}_2\text{O}/\text{л}/\text{с}$.

Податливость легких означает эластичность ткани легких, или легкость, с которой они растягиваются и расширяются, чтобы подстроиться под изменения объема или давления воздуха. При низкой податливости, или высокой эластической отдаче, легких процесс вдоха затруднен, и в разговорной речи такие легкие обычно называют «жесткими» легкими. Примером низкой податливости будут служить легкие пациента с рестриктивным заболеванием легких, например легочным фиброзом. В противоположность этому, в случае легких с высокой податливостью, или низкой эластической отдачей, более затруднен процесс выдоха, что часто наблюдается при обструктивных заболеваниях легких.

Дерекрутирование (коллабирование) легкого — это снижение поверхности газообмена вследствие ателектазирования. Коллабирование (дерекрутирование) — одна из наиболее частых причин постепенного нарастания гипоксемии у интубированных пациентов; его можно свести к минимуму посредством повышения положительного конечно-экспираторного давления (РЕЕР).

Раскрытие альвеол — это восстановление поверхности газообмена путем приложения давления для открытия коллабированных или ателектазированных областей легкого.

Расчетная масса тела — это масса тела, которую следует использовать при выборе параметров

ИВЛ (никогда не использовать фактическую массу тела!). Объем легких определяется в основном полом и ростом, поэтому при определении расчетной массы тела (РМТ) используются эти два показателя. Формула для мужчин следующая: $\text{РМТ (кг)} = 50 + 0,91[\text{рост (см)} - 152,4]$, для женщин: $\text{РМТ (кг)} = 45,5 + 0,91[\text{рост (см)} - 152,4]$.

Фазы аппаратного дыхательного цикла

Фаза инициации — начало аппаратного цикла дыхания, который запускается самим пациентом (срабатывает триггер аппарата ИВЛ) либо аппаратом ИВЛ. Если дыхательный цикл запускается пациентом, вы можете заметить небольшое снижение давления (отрицательное давление или подсасывание) (рис. 2.1).

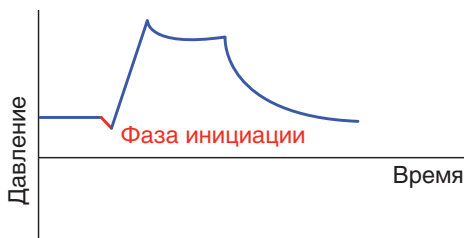


Рис. 2.1. График, на котором показана фаза инициации или действия триггера

Фаза вдоха — это часть аппаратного цикла дыхания при ИВЛ, в ходе которой поток воздуха направляется в легкие пациента для достижения максимального давления, пикового давления на вдохе (Peak inspiratory pressure — PIP или Ppeak) и VT (tidal volume) (рис. 2.2).



Рис. 2.2. График, на котором показана фаза вдоха

Фаза плато (паузы на вдохе) при аппаратных дыхательных циклах обычно отсутствует, но ее можно использовать в качестве важного диагностического способа оценки давления плато (P_{plat}). При прекращении поступления воздуха в легкие давление плато и VT на короткий момент становятся постоянными (рис. 2.3).

Выдох — это пассивный процесс в аппаратном дыхательном цикле. Переключение на процесс выдоха (циклирование) может задаваться объемом (достижение максимального VT — волюм-циклическая ИВЛ), временем (после заданного количества секунд = тайм-циклическая ИВЛ, почти все режимы с принудительными вдохами) или потоком¹ (рис. 2.4).

Устанавливаемые параметры искусственной вентиляции легких

Пиковое давление на вдохе (PIP или P_{peak}) представляет собой максимальное давление в дыхательных путях в конце фазы вдоха. На экран аппарата ИВЛ часто

¹ После достижения определенной скорости потока воздуха = флоу-циклическая ИВЛ, реализована в главном вспомогательном режиме поддержки давлением, pressure support ventilation (прим. ред. перевода).



Рис. 2.3. График, на котором показана фаза плато

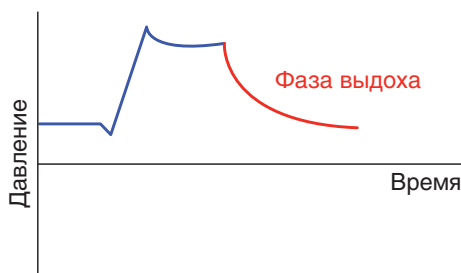


Рис. 2.4. График, на котором показана фаза выдоха

выводится изображение клапана. Поскольку это значение достигается в ходе поступления в дыхательные пути потока воздуха, PIP определяется как сопротивлением дыхательных путей, так и податливостью респираторной системы. По договоренности все значения давления при ИВЛ приводят в см H_2O ¹. Целевое значение PIP лучше выбирать <35 см H_2O .

Давление плато (Pplat) представляет собой давление, сохраняющееся в альвеолах в ходе фазы плато, при которой воздух перестает поступать в легкие, или при задержке дыхания. Чтобы рассчитать это значе-

¹ Чуть реже используют «мбар», который почти равен «см H_2O » (прим. ред. перевода).

ние, врач может нажать кнопку «пауза вдоха» («инспираторная пауза») на аппарате ИВЛ. Давление плато фактически представляет собой давление в альвеолах при каждом аппаратном цикле дыхания и отражает податливость респираторной системы. Чтобы избежать повреждения легких, значение P_{plat} следует поддерживать на уровне <30 см H_2O .

Положительное конечно-экспираторное давление (PEEP, positive end-expiratory pressure) представляет собой положительное давление, которое сохраняется в конце выдоха. Это дополнительное положительное давление помогает избежать ателектазирования, предотвращая спадение альвеол в конце выдоха. РЕЕР обычно исходно выбирают равным 5 см H_2O или выше. РЕЕР, выбираемое врачом, называют также *внешним РЕЕР (ePEEP)*, чтобы отличить его от давления, которое может развиваться при задержке воздуха в легких. По умолчанию, если не указано иначе, РЕЕР означает именно внешнее РЕЕР.

Внутреннее РЕЕР (iPEEP), или auto-PEEP, — это давление, которое сохраняется в легких вследствие неполного выдоха, что может наблюдаться у пациентов с обструктивными заболеваниями легких. Это давление можно измерить, нажав кнопку «пауза на выдохе» (или «экспираторная пауза») на аппарате ИВЛ.

Движущее давление (driving pressure, ΔP) — термин, описывающий изменение давления в ходе вдоха; оно равно разнице между давлением плато и РЕЕР ($P_{plat} - PEEP$). Например, у пациента с P_{plat} 30 см H_2O и РЕЕР 10 см H_2O движущее давление будет составлять 20 см H_2O . Иными словами, 20 см H_2O — это давление, которое будет прикладываться для того, чтобы обеспечить поток газа в легких.