

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно - Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

КАФЕДРА
Анестезиологии и реаниматологии ИПО

Рецензия КМН кафедры Анестезиологии и Реаниматологии ИПО Фурсова Александра Анатольевича на реферат ординатора 1 года обучения специальности Анестезиология и реаниматология Чухломина Никиты Васильевича по теме: Режимы ИВЛ

Рецензия на реферат – это критический отзыв о проведенной самостоятельной работе ординатора с литературой по выбранной специальности обучения, включающий анализ степени раскрытия выбранной тематики, перечисление возможных недочетов и рекомендации по оценке. Ознакомившись с рефератом, преподаватель убеждается в том, что ординатор владеет описанным материалом, умеет его анализировать и способен аргументированно защищать свою точку зрения. Написание реферата производится в произвольной форме, однако, автор должен придерживаться определенных негласных требований по содержанию. Для большего удобства, экономии времени и повышения наглядности качества работ, нами были введены стандартизированные критерии оценки рефератов.

Основные оценочные критерии рецензии на реферат ординатора второго года обучения специальности Анестезиология и реаниматология:

Оценочный критерий	Положительный/ отрицательный
1. Структурированность	+
2. Наличие орфографических ошибок	+
3. Соответствие текста реферата его теме	+
4. Владение терминологией	+
5. Полнота и глубина раскрытия основных понятий темы	+
6. Логичность доказательной базы	+
7. Умение аргументировать основные положения и выводы	+
8. Круг использования известных научных источников	+
9. Умение сделать общий вывод	+

Итоговая оценка: положительная/отрицательная

Комментарии рецензента:

Дата: 20.05.2020

Подпись рецензента:

Подпись ординатора:

Фурсов АА
Чухомин НВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

«Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф.
Войно- Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Заведующий кафедрой: Д.М.Н. Профессор Грицан А. И.

Проверил: К.М.Н. Доцент Фурсов А. А.

Реферат

Режимы ИВЛ

Выполнил: врач-ординатор анестезиолог-реаниматолог 1 года

Чухломин Никита Васильевич

Красноярск 2020 г.

Содержание:

1. Классификация режимов вентиляции;
2. Контролируемая вентиляция;
3. Вспомогательная вентиляция;
4. Высокочастотная вентиляция;
5. Список литературы.

1. Классификация режимов вентиляции

Режимы ИВЛ делят на две большие группы: а) контролируемую и б) вспомогательную вентиляцию легких.

Контролируемая ИВЛ – это полная замена функции легких (обеспечение доставки газовой смеси в дыхательные пути) аппаратным дыханием.

Вспомогательная ИВЛ (ВВЛ) – это дополнительная аппаратная вентиляция легких при сохранении спонтанного дыхания.

Таким образом, при контролируемой ИВЛ больной самостоятельно не дышит, причем если все-таки триггерный механизм используется, то на каждую попытку больного аппарат подает вдох с заданными параметрами (принудительный вдох).

При вспомогательной ИВЛ наряду с определенным количеством принудительных вдохов больной имеет возможность дышать самостоятельно, или же аппарат поддерживает самостоятельное дыхание иным образом (PSV).

В соответствие с другими классификациями, под термином вспомогательная понимают вентиляцию, когда кривая давления на вдохе поднимается выше базовой линии (создается положительное давление в дыхательных путях), т.е. респиратор работает на больного и выполняет хотя бы часть работы дыхания.

Термины спонтанный или принудительный вдох часто используются для описания способа обеспечения вдоха при проведении вспомогательной вентиляции. При спонтанном дыхании вдох инициируется и заканчивается пациентом. Иногда изменения потока или давления обусловлены характеристиками легких больного. Например, при вентиляции легких с поддержкой давлением (PSV) переключение на выдох осуществляется тогда, когда инспираторный поток снижается до определенного значения в момент, когда пациент собирается закончить инспираторную фазу. Вентилятор фиксирует это и в соответствии со своей программой прекращает доставку газа больному. Реально получается, что именно больной прекращает вдох.

Таким образом, вдох с поддержкой давлением считается спонтанным.

Принудительные вдохи либо инициируются, либо заканчиваются вентилятором. Например, если аппарат прекращает инспираторный поток при доставке определенного объема (вентиляция, контролируемая по объему) или вдох начинается по истечении определенного промежутка времени, этот вдох рассматривается как принудительный.

Каждый режим вентиляции можно дифференцировать по контролируемому параметру и принципу переключения фаз дыхательного цикла. Например, режим IMV плюс PS следует описать следующим образом:

- принудительный вдох инициируется по времени, объем/поток управляемый, ограниченный по потоку, а переключение с вдоха на выдох осуществляется по времени;
- спонтанный вдох является контролируемым по давлению, инициируемым по давлению, с переключением с вдоха на выдох по потоку.

Данный принцип позволяет охарактеризовать практически все на сегодняшний день используемые режимы вентиляции.

2. Контролируемая вентиляция

Вентиляция легких с контролем по давлению (PC) требует, чтобы оператор установил максимальное инспираторное давление. Основная цель респиратора в этом случае - достигнуть и удерживать заданное давление в течение определенного времени. Начальный поток газа при этом довольно большой, поскольку респиратор пытается достигнуть заданного давления. Как только цель (заданное давление) достигается, поток газа снижается (убывающий поток). Это происходит до тех пор, пока не закончится инспираторная фаза.

Инспираторный поток, генерируемый вентилятором, зависит от нескольких факторов. Один из них – выбранный уровень давления. Чем он выше, тем выше градиент давления в дыхательном контуре и, соответственно, скорость

потока. Другие факторы включают в себя используемый алгоритм генерирования потока и управления давлением, так же как и легочноторакальный комплайнс и сопротивление дыхательных путей.

Паттерн изменения инспираторного потока в графическом виде представляет собой экспоненциально убывающую кривую. Этот паттерн является результатом уменьшения градиента давления между верхними дыхательными путями и легкими, который возникает одновременно с наполнением легких и выравниванием давления между дыхательным контуром и легочными структурами. Дыхательный объем также зависит от нескольких факторов, главным образом от механических характеристик легких (растяжимость и сопротивление).

Потенциальными преимуществами вентиляции, контролируемой по давлению, по сравнению с обычными объемными методами являются:

- более быстрый поток на вдохе, который обеспечивает лучшую синхронизацию с аппаратом и снижение тем самым работы дыхания;
- раннее максимальное раздувание альвеол, обеспечивающее лучший газообмен;
- лучшее расправление ранее ателектазированных альвеол; - возможность использования в условиях негерметичного контура;
- профилактика баротравмы при ИВЛ.

Вентиляция легких, контролируемая по давлению, иногда используется с обратным отношением времени вдоха и выдоха (PC-IRV). В некоторых ситуациях (ОПЛ) использование инвертируемого отношения вдоха к выдоху приводит к улучшению газообмена, по-видимому, за счет улучшения распределения вентиляции и расправления коллабированных альвеол на фоне более высокого среднего давления

При проведении вентиляции с контролем по объему (VC) требуется, чтобы оператор установил заданный дыхательный объем. Обычно также

устанавливается частота дыхательных циклов, время вдоха и поток (включая форму потока). При использовании этого режима давление в дыхательных путях зависит в первую очередь от механических характеристик легких больного. Объем, подаваемый в легкие, обычно остается постоянным. Поэтому такую вентиляцию выгодно использовать, когда важно обеспечить стабильный VT и PCO₂. Принципиальным недостатком объемной вентиляции является возможность развития высокого пикового альвеолярного давления и регионального перерастяжения легких.

Хотя имеется достаточно много сведений относительно возможных преимуществ режима с контролем по давлению (особенно при тяжелом паренхиматозном повреждении) перед вентиляцией, контролируемой по объему, доказательств о влиянии выбора режима на исход лечения на сегодняшний день нет. Большинство больных могут равноценно вентилироваться с использованием как одного, так и другого режима, если непрерывно мониторируется такой показатель, как пиковое альвеолярное давление (давление плато), VE, синхронизация дыхания больного и работы вентилятора, газовый состав крови и др.

При объемной вентиляции также можно использовать инвертированное соотношение вдоха к выдоху, причем удлинение инспираторной фазы можно обеспечивать за счет либо замедления потока, либо установки паузы вдоха. Среднее давление за дыхательный цикл при этом может существенно различаться. На среднее и пиковое давление в дыхательных путях оказывает влияние также и форма потока в инспираторную фазу (рампообразная, прямоугольная и др.).

Некоторые респираторы предлагают возможность проводить вентиляцию с периодической подачей (1 на 100 принудительных вдохов) увеличенного вдоха (sigh volume). Мнения об использовании такого маневра противоречивые. Периодическая подача большого дыхательного вдоха может

приводить к расправлению ателектазов и в то же время к созданию нежелательного высокого пикового альвеолярного давления.

Контролируемая механическая вентиляция легких (Controlled Mechanical Ventilation или Continuous mandatory ventilation - CMV). Под этим термином понимают постоянную принудительную вентиляцию, контролируемую по объему (поток/время), с дыхательным циклом, инициируемым по времени. Традиционно, используя аббревиатуру CMV, чаще подразумевают именно объемную вентиляцию, хотя постоянная принудительная вентиляция может проводиться и в варианте с контролем по давлению (CMV-PC).

Дыхание больного в этой ситуации полностью контролируется вентилятором, поэтому сам пациент не может инициировать работу респиратора. В зависимости от производителей и типа респиратора этот режим может называться по-разному - "вентиляция, контролируемая по объему", "постоянная принудительная вентиляция легких", "контролируемый режим" и др.

Контролируемая механическая вентиляция легких не гарантирует, что пациент не попытается самостоятельно дышать. Однако вентилятор не будет отвечать на попытки больного, так как чувствительность его отключена. В такой ситуации паттерн вентиляции становится асинхронным: больной пытается сделать вдохов больше, чем вентилятор их обеспечивает. Невозможность получить вдох по требованию ведет к беспокойству больного, задержке углекислого газа, увеличению работы дыхания. Поэтому большинство современных респираторов при проведении принудительной объемной вентиляции все же предусматривает использование триггерного механизма.

3. Вспомогательная вентиляция

Вспомогательная/контролируемая механическая вентиляция (AssistCMV).

Этот режим характеризуется как постоянная принудительная вентиляция, контролируемая по объему, триггерируемая по давлению (по потоку) или по

времени, с переключением фаз дыхательного цикла по времени (объему).

Минимально необходимая частота и дыхательный объем в этом режиме задаются оператором. Инспираторная фаза инициируется больным, причем на каждую попытку подается заданный дыхательный объем. При отсутствии самостоятельных попыток больного аппарат подает заданное количество аппаратных вдохов ("триггеруемых по времени"). Единственная разница между CMV и AssistCMV в том, что оператор должен установить чувствительность триггера легких.

Принудительная вентиляция, инициируемая пациентом (Assisted mandatory ventilation - AMV). Данный режим вентиляции подает заданный дыхательный объем при каждой дыхательной попытке больного. Этот режим отличается от AssistCMV отсутствием обязательных (триггеруемых по времени) аппаратных вдохов. Спонтанное дыхание в данном режиме также невозможно. AMV применяется в случаях, когда необходимо протезировать функцию внешнего дыхания у пациентов, находящихся в сознании. Вентиляция, контролируемая по давлению (Pressure control ventilation - PCV). Обычно этой аббревиатурой обозначают режим постоянной принудительной вентиляции легких, контролируемой по давлению, с инициацией вдоха по времени и с переключением с вдоха на выдох также по времени. Принцип работы респиратора в этом режиме описан в начале раздела. Оператор устанавливает желаемое давление. Доставляемый дыхательный объем изменяется в соответствии с механическими свойствами легких. Принципиальным механизмом переключения на выдох является время. Если легкие наполняются, и поток прекращается до окончания заданного времени вдоха, образуется инспираторная пауза. Режим PCV доступен в течение многих лет, особенно широкое распространение он получил в неонатологии в сочетании с IMV. В современных аппаратах, как правило, используется режим с контролем по давлению, триггеруемый по времени, по давлению или по потоку, с таймциклической сменой фаз дыхательного цикла в рамках синхронизированной

перемежающей вентиляции легких (SIMV или PC). Кроме того, в комбинации с режимом SIMV (PC) может использоваться поддержка давлением (PS) для спонтанного дыхания. PCV, как режим постоянной принудительной вентиляции (CMV-PC, PC-IRV), используется при тяжелом повреждении легких.

Перемежающая принудительная вентиляция легких (Intermittent Mandatory Ventilation - IMV). В этом режиме вентилятор дает возможность больному дышать самостоятельно, но периодически (с заданной частотой) подает принудительные вдохи. При отсутствии дыхательных попыток больного режим IMV идентичен CMV. Частота принудительных и спонтанных вдохов должна быть подобрана таким образом, чтобы в сумме со спонтанными вдохами обеспечить нормальную вентиляцию. Изначально этот режим предназначался для отлучения больного от респиратора.

Комбинация спонтанных и принудительных вдохов обеспечивает лучший общий паттерн вентиляции, во многих случаях отпадает необходимость в релаксации и седации. Принудительные вдохи являются контролируемыми по объему или по давлению, триггеримые по времени, а также с переключением вдоха на выдох по времени (объему). Спонтанные вдохи, как правило, являются контролируемыми по давлению, триггеримыми по давлению или потоку, с переключением цикла по давлению.

Преимуществами данного режима перед CMV являются улучшение наполнения правого желудочка (за счет снижения количества принудительных вдохов, при которых внутриплевральное давление становится положительным), возможность контроля рабочего P_{aCO_2} пациентом с ХОБЛ, лучшая вентиляция базальных сегментов легких и нормализация V/Q отношения при спонтанных вдохах.

К недостаткам этого режима можно отнести отсутствие синхронизации дыхания больного и принудительной вентиляции респиратором, что может

привести к несовпадению фаз дыхательного цикла больного и аппарата и созданию высокого давления в контуре. Использование ограничения максимального давления и принудительной вентиляции с контролем по давлению помогает избежать высокого альвеолярного давления и перерастяжения легких. Использование IMV может быть связано с большой работой больного по обеспечению самостоятельного дыхания. Аппарат должен создавать инспираторный поток не ниже 90 л/мин для того, чтобы удовлетворить потребность больного в пиковом инспираторном потоке.

Вентиляция поддержкой давлением (Pressure support ventilation - PSV). Этот режим вентиляции является формой вентиляции с контролем по давлению. Инициация вдоха при PSV происходит по давлению или по потоку, переключение фаз дыхательного цикла осуществляется по потоку.

Больной должен инициировать или запускать каждый вдох путем снижения давления или потока в дыхательном контуре на величину, которая больше установленного уровня чувствительности триггера. Больной с нестабильным респираторным драйвом не может быть рассмотрен кандидатом для режима PSV. Некоторые, хотя и не все, вентиляторы используют специальные предохранительные "backup" режимы, чтобы гарантировать минимально безопасную вентиляцию при развитии апноэ в режиме PSV или при использовании других режимов со спонтанным дыханием.

В режиме с поддержкой по давлению оператор выбирает давление выше конечно-экспираторного. В течение вдоха вентилятор генерирует и поддерживает заданное давление. Инспираторный поток, подаваемый вентилятором, зависит от величины заданного давления, от алгоритма его поддержания в конкретном аппарате, легочно-торакального комплайенса и сопротивления дыхательных путей, а также инспираторного усилия больного. Характерный инспираторный паттерн потока представляет собой убывающую экспоненциальную форму кривой и является прямым результатом

уменьшения градиента давления в дыхательном контуре. Как только легкие наполняются, давление в дыхательных путях повышается, и градиент давления между открытыми дыхательными путями и легкими уменьшается. В это же время инспираторный поток также идет на убыль. В большинстве вентиляторов при уменьшении инспираторного потока до 25% от исходного поддержка давлением заканчивается (поток газа прекращается, происходит переключение на выдох). Хотя именно поток является главным показателем при переключении на выдох в режиме PSV, во многих респираторах имеются запасные механизмы для переключения на выдох, такие как время и давление или оба одновременно. Например, при наличии большой утечки газа из дыхательного контура переключение по потоку может быть неосуществимо, если поток теряемого газа превышает 25% от начального, подаваемого вентилятором. В современных респираторах вдох в режиме поддержки давлением обычно ограничен определенным временным интервалом, в основном длительностью инспираторной фазы, и составляет 15 с. Кроме того, если по ряду причин во время вдоха в режиме PSV создается избыточное давление в дыхательном контуре, большинство современных вентиляторов прекращают вдох, когда фактическое давление превышает заданное на 3 см вод. ст.

Режим PSV применяется при различных формах ОДН, у пациентов, которые могут инициировать дыхательные циклы, но не могут обеспечить требуемой минутной вентиляции; при отлучении от аппарата, особенно при удлинении этого периода. Использование PSV снижает работу дыхания, направленную на преодоление сопротивления дыхательного контура и эндотрахеальной (трахеостомической трубки).

Постоянное положительное давление в дыхательных путях (Continuous Positive Airway Pressure - CPAP). Этот режим спонтанной вентиляции, который является управляемым и ограниченным по давлению, триггерируемым по

давлению или по потоку. Это значит, что спонтанные вдохи имеют ограничение по давлению, которое остается приблизительно одинаковым (уровень ПДКВ) в течение вдоха и выдоха. Попытка больного вызывает появление или увеличение потока газа, для того чтобы поддержать установленный уровень давления во время вдоха (как бы предотвращает возникновение разряжения в контуре вследствие дыхательной попытки больного). Во время выдоха с помощью клапана выдоха поддерживается давление в контуре на заданном уровне. Никаких механических вдохов с положительным давлением не подается. Оператор устанавливает чувствительность триггерной системы и уровень CPAP. Этот уровень может соответствовать показателю атмосферного давления или превышать его, поднимая тем самым базисную линию.

CPAP часто путают с PEEP (ПДКВ). CPAP – это режим вентиляции, а PEEP - поддержание конечного экспираторного давления выше атмосферного при работе в различных режимах, таких как CMV и SIMV.

Этот режим широко используется при отлучении больного от респиратора, при кардиогенном отеке легких, послеоперационных ателектазах и т.д.

Вентиляция со сбрасываемым давлением (APRV airway pressure-release ventilation). Аббревиатуру APRV предложил J.B.Downs в 1987 г. Этот режим иногда представляется в виде двух уровней CPAP вентиляции, что позволяет больному самостоятельно дышать на двух уровнях давления. Каждый из них, как правило, иницируется и сменяется по времени, в некоторых респираторах смена уровней давления (фаз дыхательного цикла) может иницироваться больным. Высокий уровень CPAP обычно длиннее, чем низкий, что в сущности составляет обратное отношение вдоха к выдоху, т.е. APRV очень близок к режиму PC-IRV. Когда больной не дышит самостоятельно, эти режимы практически идентичны. При самостоятельном дыхании снижается потребность в седации, имеется возможность «дозировать» помощь аппарата

за счет изменения градиента давлений и длительности каждого из уровней СРАР. Это позволяет использовать данный режим как для обеспечения контролируемой вентиляции легких, так и при отлучении от ИВЛ.

Принудительная минутная вентиляция (Mandatory Minute Ventilation - MMV) - это режим вентиляции с контролем по объему или по давлению. В настоящее время в основном используется для прекращения вентиляционной поддержки. Он гарантирует минимальный уровень вентиляции при спонтанном дыхании больного. Оператор, как правило, устанавливает параметры режима таким образом, чтобы гарантированная вентиляция была чуть меньше спонтанной вентиляции больного. Если измеренная вентиляция больного ниже гарантированного уровня, вентилятор добавляет принудительный вдох, чтобы защитить больного от снижения вентиляции ниже установленного уровня. Режим MMV представлен в аппаратах Drager Evita, Bear 5, Bear 1000, Engstrom Erica.

Главным недостатком этого режима является то, что вентилятор оценивает только минутный объем дыхания. Не учитывается возможность того, что дыхательный объем может снижаться, а частота дыхания возрастет до уровня, вызывающего усталость больного. В то же время МОД останется выше заданного уровня. Например, VT 1 л и частота 100 раз в мин эквивалентна вентиляции с дыхательным объемом 250,0 мл и частотой 40 раз в мин. Если сравнить альвеолярную вентиляцию в представленных случаях, считая, что объем мертвого пространства составляет 150 мл, то в первом примере альвеолярная вентиляция составит 8,5 л/мин, во втором – 4,0 л/мин. Чтобы предотвратить уменьшение дыхательного объема и увеличение частоты дыхания на этом режиме, необходимо грамотно выставить параметры тревоги. Вентиляция легких с регулируемым давлением и с контролем по объему (Pressure-Regulated Volume Control Ventilation - PRVCV). При установке параметров данного режима оператор выставляет определенный VT,

максимальное давление, инспираторное время, отношение вдоха к выдоху и частоту. Вентилятор фактически функционирует в режиме PCV и при этом непрерывно измеряет доставляемый дыхательный объем. При необходимости респиратор прогрессивно увеличивает давление, пока дыхательный объем не будет соответствовать желаемой величине или же пока не будет достигнуто максимальное давление (т.е. пока не будет реализован любой из вариантов). Если целевой дыхательный объем превышен, уровень рабочего давления снижается. Этот режим вентиляции предназначен для пациентов, у которых самостоятельное дыхание практически отсутствует. Применение PRVC показано больным с астмой, хроническим обструктивным бронхитом, при недостаточности сил для дыхания, опасности высокого давления в дыхательных путях, при вентиляции с контролем по давлению и необходимости управления объемом для улучшения вентиляции. В настоящее время этот режим реализован в аппаратах SV 300, PURITAN-BENNET 840.

Поддержка объемом – (Volume Support VS). Режим вентиляции с поддержкой объемом представляет собой режим PSV с целевым дыхательным объемом. Оператор устанавливает уровень давления поддержки и желаемый дыхательный объем. Инспираторное давление прогрессивно повышается, пока не достигнет целевого объема или максимально возможного давления поддержки. Разница между VS и PRVCV в том, что при VS пациент дышит самостоятельно. Вдох триггерится по давлению или по потоку, контроль за инспираторной фазой осуществляется так же, как и при PSV. Изменяя уровень поддерживающего давления на вдохе соответственно изменениям в механических свойствах легких/грудной клетки, аппарат поддерживает предварительно настроенные значения дыхательного и минутного объемов дыхания при минимально возможном уровне давления. Вдыхаемый поток имеет замедляющий характер. Инспираторное давление контролируется автоматически между уровнем PEEP и до уровня, который на 5 см H₂O ниже

верхнего предела давления. В случае апное аппарат автоматически возвращается к PRVC.

Показания к применению VS: при недостатке сил для самостоятельного дыхания, необходимости постоянного изменения давления поддержки на вдохе, при удлинённом процессе отлучения от аппарата, в послеоперационном периоде при сохранной дыхательной функции, при необходимости частичной поддержки дыхания.

4. Высокочастотная вентиляция

Высокочастотной принято считать ИВЛ с частотой дыхательных циклов более 60 в минуту. Такая величина выбрана потому, что при указанной частоте переключения фаз дыхательных циклов проявляется основное свойство ВЧ ИВЛ — постоянное положительное давление (ППД) в дыхательных путях. Естественно, что пределы частоты, от которых проявляется это свойство, довольно широки и зависят от МОВ, растяжимости легких и грудной клетки, скорости и способа вдувания дыхательной смеси и других причин.

Однако в подавляющем большинстве случаев именно при частоте дыхательных циклов 60 в минуту в дыхательных путях больного создается ППД. Указанная величина удобна для перевода частоты вентиляции в герцы, что целесообразно для расчетов в более высоких диапазонах и сравнения получаемых результатов с зарубежными аналогами. Диапазон частоты дыхательных циклов очень широк — от 60 до 7200 в минуту (1—120 Гц), однако верхним пределом частоты ВЧ ИВЛ считают 300 в минуту (5 Гц). При более высоких частотах нецелесообразно применять пассивное механическое переключение фаз дыхательных циклов из-за больших потерь ДО во время переключения, возникает необходимость использования активных способов прерывания вдуваемого газа или генерирования его колебаний. Кроме того, при частоте ВЧ ИВЛ свыше 5 Гц становятся практически незначимыми величины амплитудного давления в трахее.

Причиной образования ППД в дыхательных путях при ВЧ ИВЛ является эффект «прерванного выдоха». Очевидно, что при неизменных прочих параметрах учащение дыхательных циклов приводит к росту постоянного положительного и максимального давлений при уменьшении амплитуды давления в дыхательных путях. Увеличение или уменьшение ДО вызывает соответствующие изменения давления. Укорочение времени вдоха приводит к уменьшению ППД и увеличению максимального и амплитудного давления в дыхательных путях.

В настоящее время наиболее распространены три способа ВЧ ИВЛ: объемный, осцилляторный и струйный.

Объемная ВЧ ИВЛ (High frequency positive pressure ventilation — HFPPV) с заданным потоком или заданным ДО часто обозначается как ВЧ ИВЛ под положительным давлением. Частота дыхательных циклов обычно составляет 60—110 в минуту, продолжительность фазы вдувания не превышает 30 % длительности цикла. Альвеолярная вентиляция достигается при сниженных ДО и указанной частоте. Увеличивается ФОЕ, создаются условия для равномерного распределения дыхательной смеси в легких.

В целом объемная ВЧ ИВЛ не может заменить традиционную ИВЛ и находит ограниченное применение: при операциях на легких с наличием бронхоплевральных свищей, для облегчения адаптации больных к другим режимам ИВЛ, при отключении респиратора.

Рис. ИВЛ в сочетании со струйной ВЧ ИВЛ. Кривая давления в дыхательных путях.

Осцилляторная ВЧ ИВЛ (High frequency oscillation — HFO, HFLO) представляет собой модификацию апноэтического «диффузионного» дыхания. Несмотря на отсутствие дыхательных движений, с помощью этого метода достигается высокая оксигенация артериальной крови, но при этом нарушается элиминация CO_2 , что ведет к дыхательному ацидозу. Применяется

при апноэ и невозможности быстрой интубации трахеи с целью устранения гипоксии.

Струйная ВЧ ИВЛ (High frequency jet ventilation — HFJV) — наиболее распространенный метод. При этом регулируются три параметра: частота вентиляции, рабочее давление, т.е. давление дыхательной смеси, подаваемой в шланг пациента, и отношение вдох/выдох.

Существуют два основных способа ВЧ ИВЛ: инъекционный и чрескатетерный. В основу инъекционного способа положен эффект Вентури: струя кислорода, подаваемая под давлением 1—4 кгс/см² через инъекционную канюлю, создает вокруг последней разрежение, вследствие чего происходит подсос атмосферного воздуха. С помощью коннекторов инжектор соединяется с эндотрахеальной трубкой. Через дополнительный патрубок инжектора осуществляются подсос атмосферного воздуха и сброс выдыхаемой газовой смеси. Это позволяет реализовать струйную ВЧ ИВЛ при негерметичном дыхательном контуре.

Степень увеличения ДО при данном методе зависит от диаметра и длины инъекционной канюли, величины рабочего давления, частоты вентиляции, аэродинамического сопротивления дыхательных путей. При постоянном потоке для получения газовой смеси с содержанием 60—40 % кислорода коэффициент инъекции (относительное количество подсасываемого воздуха по отношению к расходу кислорода) необходимо соответственно увеличить от 1 до 3.

Таким образом, ВЧ ИВЛ проводится при негерметичном дыхательном контуре через интубационную трубку, катетер или иглу, вставленные чрескожным доступом в трахею. Больные легко адаптируются к струйной ВЧ ИВЛ при сохраненном самостоятельном дыхании. Метод может быть использован при наличии бронхоплевральных свищей.

Несмотря на широкое применение методов ВЧ ИВЛ, они в основном

применяются как вспомогательные методы при проведении респираторной терапии. Как самостоятельный вид ВЧ ИВЛ для поддержания газообмена нецелесообразна. Дробное применение сеансов этого метода длительностью 40 мин может быть рекомендовано всем больным, которым проводится ИВЛ свыше 24 ч. Комбинация ВЧ ИВЛ с традиционной ИВЛ — прерывистая ВЧ ИВЛ — является перспективным методом поддержания адекватного газообмена и профилактики легочных осложнений в послеоперационном периоде. Суть метода заключается в том, что в режим ВЧ ИВЛ вводятся паузы, обеспечивающие снижение давления в дыхательных путях до необходимой величины. Эти паузы соответствуют фазе выдоха при традиционной ИВЛ. Паузы создаются путем отключения электромагнитного преобразователя аппарата ВЧ ИВЛ на 2—3 с 6—10 раз в минуту под контролем уровня газов в крови.

Рис. Прерывистая струйная ВЧ ИВЛ. Кривая давления в дыхательных путях.

В восстановительном периоде, особенно при «отлучении» больных от респиратора после длительной многодневной ИВЛ, имеются все показания к проведению сеансов ВЧ ИВЛ, часто в комбинации с ВИВЛ. Как в процессе ИВЛ, так и на этапе «отлучения» и после экстубации рекомендуется использовать режим ПДКВ. Количество сеансов ВЧ ИВЛ может быть различным — от 2—3 до 10 и более в сутки. Вследствие более рациональной вентиляции и улучшения физических свойств легких повышается оксигенация артериальной крови. Обычно больные хорошо переносят этот режим, влияние на гемодинамику в целом благоприятное. Однако указанные эффекты непродолжительны, для их закрепления требуются повторные сеансы респираторной терапии, являющиеся своеобразным методом физиотерапии легких.

Показаниями к применению ВЧ ИВЛ также служат невозможность экстренной интубации трахеи, профилактика гипоксемии при смене

интубационной трубки, транспортировка тяжелобольных, нуждающихся в ИВЛ. Для ВЧ ИВЛ применяются респираторы ЕУ-А («Дрегер»), отечественные серии «Спирон», «Ассистент» и др.

Недостатками методов ВЧ ИВЛ являются сложность согревания и увлажнения дыхательной смеси, большой расход кислорода. Возникают определенные трудности с мониторингом ВФК, определением истинного давления в дыхательных путях, ДО и МОВ. Очень высокая частота вдохов (более 200—300 в минуту) или удлинение вдоха приводят к уменьшению альвеолярной вентиляции, а слишком короткий выдох способствует увеличению ПДКВ с более выраженным влиянием на гемодинамику и риском баротравмы. ВЧ ИВЛ не рекомендуется применять для лечения тяжелых форм распространенных пневмоний и РДСВ. Следует помнить о том, что большие потоки кислорода и воздуха при затрудненном выдохе могут вызвать тяжелую баротравму легких.

5. Литература

1. Атлас по анестезиологии / Норберт Рёвер, Хольгер Тиль ; пер. с нем.; под общ ред. Проф. А. М. Овечкина. – 3 изд. – М. :МЕДпресс-информ, 2019. – 384 с. : ил.
2. Дж. Эдвард Морган-мл., Мэгид С. Михаил, Майкл Дж. Марри.
Клиническая анестезиология / Изд. 4-е, испр. – Пер. с англ. – М.: Издательский дом БИНОМ, 2017. – 2016 с., ил.
3. Интенсивная терапия. Реанимация. Первая помощь: Учебное пособие / Под ред. В.Д. Малышева. — М.: Медицина.— 2015.— 464 с.: ил.— Учеб. лит. Для слушателей системы последиplomного образования.
4. Малышев В.Д.. Анестезиология-реанимация - Интенсивная терапия. 2009 – 940 с.
5. «Неотложная медицинская помощь», под ред. Дж. Э. Тинтиналли, Рл. Кроума, Э. Руиза, Перевод с английского д-ра мед. наук В.И.Кандрора, д. м. н. М.В.Неверовой, д-ра мед. наук А.В.Сучкова, к. м. н. А.В.Низового, Ю.Л.Амченкова; под ред. Д.м.н. В.Т. Ивашкина, Д.М.Н. П.Г. Брюсова; Москва «Медицина» 2014
6. Основы ИВЛ. А. С. Горячев, И. А. Савин. – ООО «АКСИОМ ГРАФИКС ЮНИОН». Москва – 2017 – 260 с.
7. Патофизиология легких. Учебное издание. Майкл А. Гриппи. Издательство БИНОМ. Москва – 2018 – 305 с.