



Интеллектуальная вентиляция от
Puritan Bennett

tyco

Healthcare

Puritan Bennett

Содержание

NPB 840 Вентилятор	стр. 3
Основы интеллектуальной вентиляции	стр. 9
BI-LEVEL* Решение проблемы синхронизации, возможность спонтанного дыхания с двумя уровнями положительного давления	стр. 15
VV+ Спонтанное дыхание, комбинированное с объемной вентиляцией	стр. 21
TC Компенсация сопротивления ЭТ-трубки	стр. 27

800
Серия

Вентилятор NPВ 840

Инновационные технологии
искусственной вентиляции легких



tyco

Healthcare

Puritan Bennett

Вентиляторы серии 800 (модель 840)

Вентилятор NPV 840™ – это следующая ступень в эволюции аппаратов для искусственной вентиляции легких. Среди достоинств Вентилятора 840 особо выделяется его универсальность, в сочетании с индивидуальным подходом к физиологическим особенностям вентиляции у любых категорий пациентов. Вентилятор 840 предоставляет врачу широчайший арсенал методов респираторной терапии. Вместе с тем функции управления вентилятором чрезвычайно просты.

Функциональные особенности Вентилятора 840

- Цветной жидкокристаллический сенсорный дисплей *DualView™* (русифицированная версия);
- Удобное и логически организованное представление информации о данных пациента, параметрах вентиляции и состоянии Вентилятора;
- Технология интерфейса *SandBox™* позволяет врачу проводить настройку параметров вентиляции и тревог и просматривать все предполагаемые настройки перед тем, как применить их (функция "преднастройки" и подтверждения настроек, функция "отмены" с быстрым переходом к предыдущим настройкам).
- Подробная инструкция оператора, встроенная в интерфейс пользователя;
- Автоматизированная система приоритета тревог *SmartAlert* подразделяет все тревоги на категории, учитывает вторичные и зависимые тревоги, выдает автоматически сведения о возможной причине тревоги и способе ее устранения;
- Встроенный спирометрический монитор с графическим отображением зависимостей объем-время, давление-время, поток-время, давление-объем; расчет параметров "механики дыхания"
- Вентиляция с заранее заданными настройками (по умолчанию) при выборе "идеального веса пациента"
- Программное обеспечение для вентиляции в режимах *BiLevel™*, *NeoMode*, *Tube Compensation*, *VV+*;
- Интеллектуальный алгоритм управления скоростью нарастания потока *Smart FAP*;
- Алгоритм выявления дисконнекции (разгерметизации дыхательного контура) по изменению скорости потока (важно для неинвазивной ВВЛ);
- Автоматическое выявление окклюзии в дыхательном контуре и переход на режим "вентиляции окклюзии";
- Вентиляция "АПНОЕ" в спонтанном режиме.

Настройки вентилятора

- Идеальный вес пациента (IBW): 3,5 -150 кг;
- Режимы: А/С спомогательно/принудительный), SIMV, спонтанный, *BiLevel* (двухфазное положительное давление в дыхательных путях);
- Типы спонтанных дыханий: с поддержкой давлением (PS), с постоянным положительным давлением (CPAP);
- Поддержка давлением (PS): 0-70 см H₂O;
- % ускорения потока (время роста): 1%-100%;
- Чувствительность выдоха (Esens): 1%-80%;
- Типы принудительной вентиляции: с контролем по объему (VCV) и с контролем по давлению (PCV);
- Дыхательный объем (V_T): 25 - 2500 мл;
- Частота дыхания (f): 1,0 - 100/мин;
- Пиковый инспираторный поток (V̇_{max}):
3-150 л/мин для IBW ≥ 24 кг;
3-60 л/мин для IBW ≤ 24 кг ;
- Форма кривой потока: квадратная или рампообразная (наклонная);
- Пауза вдоха (инспираторное плато (T_{PL}):
0,0-2,0 сек;
- Давление вдоха (P_i): 5-90 см H₂O;



- Время вдоха (T_I): 0,2-8,0 сек;
- Соотношение I:E (вдох:выдох): 1 : 299 - 4 : 1;
- Время выдоха (T_E): $\geq 0,2$ сек;
- Тип триггера: по давлению (P_{TRIG}) или по потоку (\dot{V}_{TRIG} , *Flow-By™*);
- Чувствительность триггера по давлению (P_{SENS}): 0,1-20 см H₂O ниже PEEP;
- Чувствительность триггера по потоку (\dot{V}_{SENS}): 0,5-20 л/мин;
- O₂ %: 21%-100%;
- PEEP: 0-45 см H₂O;
- Интервал АПНОЕ (T_A): 10-60 сек;
- Частота дыхания АПНОЕ (f): 2,0-40 /мин;
- Типы вентиляции АПНОЕ: с контролем по объему (VCV) и с контролем по давлению (PCV);
- Соотношение I:E (вдох:выдох) АПНОЕ: $\leq 1,0:1$;
- Чувствительность отсоединения (D_{SENS}): 20%-95%;
- Тип увлажнителя: "искусственный нос", увлажнитель с проводом нагрева и без него;
- Тип контура пациента: взрослый (d=22 мм), детский (d=15 мм), неонатальный (d=10 мм).

Настройки пределов тревог

- Высокое давление контура ($\uparrow P_{CIRC}$): 7-100 см H₂O;
- Высокий минутный объем вентиляции ($\uparrow V_{E\ tot}$): 0,1-99 л/мин;
- Высокий дыхательный объем ($\uparrow V_{TE}$): 50-3000 мл или отключен;
- Высокая частота дыхания ($\uparrow f_{tot}$): 10-110/мин или отключен;
- Низкий дыхательный объем (принудительное дыхание) ($\downarrow V_{TE\ mand}$): 5-2500 мл или отключен;
- Низкий минутный объем вентиляции ($\downarrow V_{E\ tot}$): 0,01-60,0 л/мин;
- Низкий дыхательный объем (спонтанное дыхание) ($\downarrow V_{TE\ spont}$): 2-2500 мл или отключен.

Отображаемые данные

- Тип дыхания: обозначает тип (A/C, SIMV или SPONT) и фазу (вдох или выдох) вентиляции;
- FiO₂ %;
- Конечное давление выдоха ($P_{E\ end}$);
- Конечное давление вдоха ($P_{I\ end}$);
- Минутный объем вентиляции ($V_{E\ tot}$);
- Дыхательный объем (V_{TE});
- Соотношение вдох:выдох (I:E);
- Максимальное (пиковое) давление в контуре ($P_{CIRC\ max}$);
- Среднее давление в контуре (P_{CIRC});
- Минутный объем спонтанного дыхания ($\dot{V}_{E\ spont}$);
- Общая частота дыхания (f_{tot});

Графическая система обеспечивает просмотр графиков давление-время, объем-время, поток-время и петлю объем-давление. Графики могут фиксироваться. Возможна регулировка изолинии и масштабов вертикальной и горизонтальной осей.

Настройки режима BiLevel

- Низкий PEEP (PEEP_L): 0-45 см H₂O;
- Высокий PEEP (PEEP_H): 5-90 см H₂O;
- Продолжительность низкого PEEP (T_L): $\geq 0,2$ сек;
- Продолжительность высокого PEEP (T_H): $\geq 0,2$ сек - 30 сек;
- Соотношение длительности PEEP_H к PEEP_L ($T_H:T_L$): в диапазоне от 1:299 до 149:1.

Настройки режима VV+ (VC+)

- Время выдоха (T_E): $\geq 0,2$ сек;
- Соотношение I:E (вдох:выдох): от 1 : 299 до 4 : 1
- % ускорения потока (время роста): 1%-100%;
- Целевой объем (V_T):





неонатальный режим: 5 - 315 мл;
новорожденные/дети/взрослые: 25 - 2500 мл.

Настройки режима VV+ (VS)

- Чувствительность выдоха (Esens): 1%-80%;
- % ускорения потока (время роста): 1%-100%;
- Целевой объем поддержки (V_T SUPP):
неонатальный режим: 5 - 315 мл;
новорожденные/дети/взрослые: 25 - 2500 мл.

Тревоги режима VV+

- Объем не доставлен (VC+ и VS);
- Низкое инспираторное давление (только для VC+);
- Высокий Целевой объем спонтанного вдоха (↑V_T SPONT) только для VS;
- Высокий Целевой объем принудительного вдоха (↑V_T MAND) только для VC+.

Отображаемые данные в режиме VV+

- Спонтанный объем вдоха

Настройки режима TC

- % поддержки: 10% - 100% (с шагом 5%);
- Тип трубки: эндотрахеальная трубка (ЭТ) или трахеостомическая канюля (ТРХ);
- Внутренний диаметр трубки:
4,5 мм - 10,0 мм (с шагом 0,5 мм);
- Чувствительность выдоха (Esens): 1% - 80%;
- Тип триггера: по давлению или по потоку;
- Объем увлажнителя (когда не выбран в качестве увлажнителя искусственный нос): 100 - 1000 мл.

Тревоги режима TC

- Высокое компенсаторное давление (↑P_{COMP});
- Высокое давление в вентиляторе (↑P_{VENT});
- Высокий объем спонтанного вдоха (↑V_T SPONT).

Отображаемые данные в режиме TC

- Спонтанный объем вдоха

Требования к источникам газов

Необходима подача сжатого воздуха и кислорода под давлением в пределах 241-690 кПа;
Производительность источника кислорода - не менее 150 л/мин.

Электропитание

- Источник питания: номинальное напряжение 100-120 В (5,1 А) или 220-240 В (1,5 А), 50/60 Гц при работе с увлажнителем без компрессора; номинальное напряжение 100-120 В (10,7 А) или 220-240 В (4,1 А), 50/60 Гц при работе с увлажнителем и с компрессором; автоматическое выключение при перегрузке вентилятора;
- Токи утечки (на землю): менее 300 мА при напряжении 100-120 В;
- Токи утечки (на пациента): менее 100 мА при напряжении 100-120 В.

Резервная батарея (24 В постоянного тока, 6,5 А/ч)

- Время работы: приблизительно 30 минут (реальная продолжительность зависит от настроек вентилятора, срока службы батареи и уровня заряда батареи);
- Время перезарядки: зарядка происходит автоматически за 8 часов работы вентилятора от сети переменного тока;
- Срок хранения: 24 месяца от даты изготовления при перезарядке каждые 12 месяцев.

Физические характеристики

Вес

- Блок обеспечения дыхания: 18,2 кг;
- Графический интерфейс пользователя: 5,7 кг;
- Резервная батарея: 6,6 кг;
- Подставка-держатель (тележка): 15,5 кг;
- Компрессор: 12,75 кг.

Габаритные размеры

- Блок обеспечения дыхания: 330 мм x 457 мм x 254мм;
- Графический интерфейс пользователя: 460 мм x 394 мм x 170 мм;
- Резервная батарея: 83 мм x 244 мм x 254 мм;
- Подставка-держатель (тележка): 998 мм x 582 мм x 602 мм;
- Компрессор: 417 мм x 458 мм x 362 мм

Срок службы кислородного датчика:

2 года или 10000 часов работы, при нормальных условиях окружающей среды (реальный срок службы зависит от условий работы: работа в условиях повышенной температуры или высокого уровня FiO_2 уменьшает срок службы датчика).

Характеристики режима NeoMode

(необходимо использование неонатального дыхательного контура)

Чувствительность выдоха (Esens)

Диапазон: 1 - 80%
По умолчанию: 25%

Форма кривой инспираторного потока:

Диапазон: квадратная или нисходящая (рампообразная).
По умолчанию: нисходящая (рампообразная).

Чувствительность потокового триггера:

Диапазон: 0,1 - 10,0 л/мин
Разрешение: 0,1 л/мин
По умолчанию 1,0 л/мин

Идеальный вес тела (ИВТ)

Диапазон: 0,5 - 7,0 кг
Разрешение: 0,1 кг в диапазоне от 0,5 до 3,5 кг;
0,5 кг в диапазоне от 3,5 кг до 7,0 кг
по умолчанию: 3,0 кг

Время вдоха (T_i)

Диапазон: 0,2 - 8,0 сек
Время вдоха зависит от выбранных значений настроек дыхательного объема (V_t) и пикового потока (\dot{V}_{max})
Разрешение: 0,01 сек

Типы принудительных дыханий

Диапазон: контроль объема (VC) или контроль давления (PC)
По умолчанию: PC



Режимы вентиляции

A/C, SIMV (VC или PC) с или без поддержки давлением (PS)
По умолчанию: SIMV

Пиковый поток (\dot{V}_{max})

Диапазон: 1,0 - 30,0 л/мин
Разрешение: 0,1 л/мин в диапазоне от 1 до 20 л/мин;
1 л/мин в диапазоне от 20 л/мин и выше.
Значение для нового пациента зависит от ИВТ

Частота дыхания

Диапазон: 1 - 150 в мин
Разрешение: 0,1 /мин в диапазоне от 1 до 10/мин;
1/мин в диапазоне от 10 до 150/мин.
По умолчанию: 20/мин

Типы спонтанных дыханий:

Диапазон: с поддержкой давлением (PS) или без нее (NET)
По умолчанию: PS

Дыхательный объем (V_t)

Диапазон: 5 - 315 мл
Разрешение: 1 мл в диапазоне от 5 до 100 мл;
5 мл в диапазоне 100 мл и выше.
По умолчанию: 5 мл или (7,25 X ИВТ)

Тип триггера

Потоковый

По вопросам приобретения и для уточнения спецификации оборудования обращайтесь к специалистам представительства компании Tyco Healthcare Group AG в России.

tyco
Healthcare

Puritan Bennett

Интеллектуальная
вентиляция от
Puritan Bennett

ОСНОВЫ Интеллектуальной Вентиляции

Принципы использования
отдельных элементов вентиляции
с контролем по давлению

tyco

Healthcare

Puritan Bennett

С (только PCV)

В

Д (только PS)

А

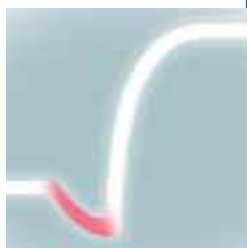
А работа по инициации вдоха.

В кривая скорости нарастания давления.

С поддержание постоянного инспираторного давления, несмотря на спонтанные усилия пациента и предотвращение превышения установленного значения давления.

Д критерий завершения вдоха в режиме респираторной поддержки (Pressure Support).

Элемент А Работа дыхания



Принципы работы потокового триггера были рассмотрены в наших предыдущих публикациях (см. *FLOW-BY* 2.0 FLOW TRIGGERING, Effects on the Work of Breathing*). Во многих вентиляторах потоковый триггер присутствует, как первичный триггерный механизм для инициации вдоха. Недавно проведенные исследования показали, что триггер по давлению в современных вентиляторах высокого класса не уступает потоковому триггеру по такому параметру как время ответа, если используется настройка чувствительности на уровне 0,5 см H₂O. К сожалению, чувствительность триггера по давлению, установленная на таком низком уровне, часто является причиной возникновения феномена "автозацикливания" вентилятора, что повышает потенциальную опасность появления auto-PEEP и избыточного давления в дыхательных путях. Наличие утечек газа из дыхательного контура также значительно увеличивает риск "автозацикливания". Потоковый триггер может снизить работу, который пациент должен совершить для инициации вдоха, при минимальном риске "автозацикливания". Индивидуальный уровень чувствительности потокового триггера, соответствующий потребностям пациента, подбирается путем постепенного ее увеличения до момента, когда будет исключена вероятность "автозацикливания" и установится постоянный уровень PEEP. Для этого желательно иметь возможность выбора настройки чувствительности триггера в широком диапазоне значений, особенно когда имеют место утечки из контура при вентиляции с PEEP.

Спонтанное дыхание у пациента, находящегося на искусственной вентиляции легких всегда ассоциировалось с повышенной работой дыхания и проблемами синхронизации пациента с вентилятором. В последние годы был сделан огромный шаг вперед в вопросе улучшения триггерной системы аппаратов ИВЛ. Большинство вентиляторов, используемых в настоящее время в медицине критических состояний, имеют потоковую триггерную систему, которая проявила себя весьма эффективным образом.

Тем не менее, внимание врача к проблемам дыхательного комфорта пациента и оптимизации работы дыхания не должно ослабевать. Фактически, работа по инициации вдоха это только часть работы по дыханию, которая должна быть выполнена пациентом для реализации спонтанного дыхательного цикла.

Эффективная координация дыхания пациента с работой вентилятора возможна в том случае, если врач внимательно оценивает клиническую ситуацию и использует специальные элементы (приемы) вентиляции с контролем по давлению.

Давайте проанализируем кривую инспираторного давления:

Современные вентиляторы позволяют врачу манипулировать настройками вентиляции в некоторых или даже во всех 4 составляющих дыхательного цикла. В следующих разделах данной брошюры мы попытаемся объяснить важность этих элементов и дадим практические рекомендации для клиницистов по приемам настройки вентилятора для достижения конкретных целей.

переключение на потоковый триггер с чувствительностью, превышающей скорость утечки, устраняет "автозацикливание"

уровень PEEP

"автозацикливание" при работе триггера по давлению

Элемент В Скорость нарастания давления

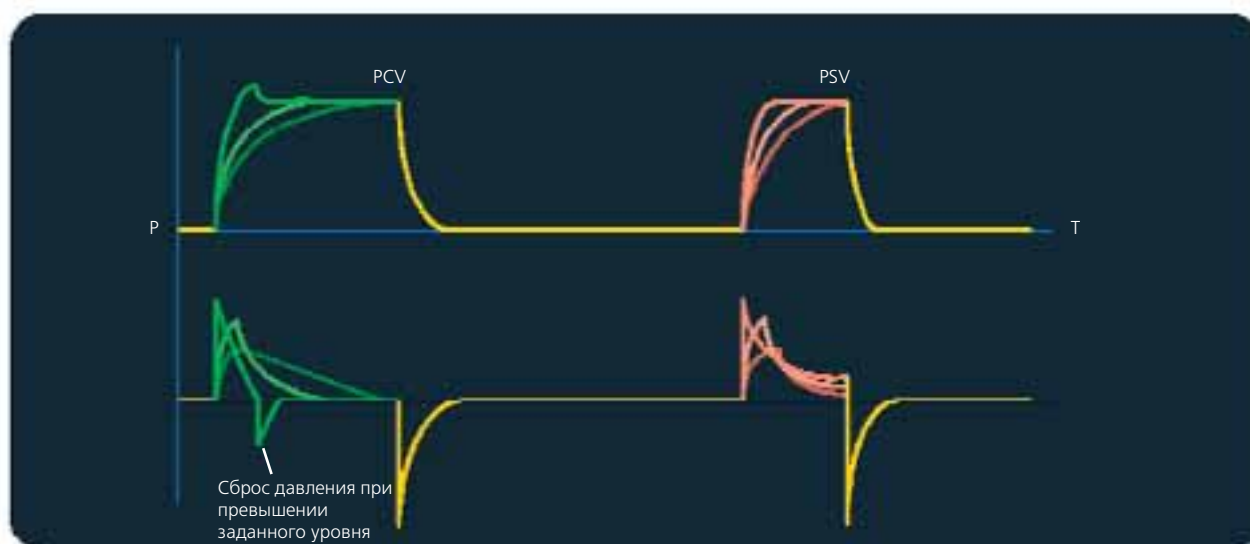


Скорость, с которой давление в дыхательных путях увеличивается до установленного предела, определяется тремя критериями: агрессивностью алгоритма ИВЛ, сопротивлением пациента (легочный комплаинс и сопротивление дыхательных путей), и инспираторными усилиями пациента, если таковые присутствуют. Скорость нарастания давления есть производное от скорости потока, с которой вентилятор обеспечивает доставку газа. Неуправляемый рост давления в дыхательных путях придает ИВЛ излишне агрессивный характер. Вместе с тем алгоритм ИВЛ должен соответствовать сущности патологического процесса и интенсивности спонтанных дыхательных усилий пациента. В последних моделях вентиляторов марки Nellcor Puritan Bennett реализована возможность управления скоростью нарастания давления с учетом индивидуальных потребностей пациента с помощью специальной настройки, называемой Процент Ускорения Потока (FAP).

Процент Ускорения Потока (FAP) - Что это?

Настройка ИВЛ "Процент Ускорения Потока" иначе также называемая как "Время Роста" предоставляет врачу возможность управлять скоростью нарастания давления в дыхательных путях при ИВЛ с контролем по давлению или в режиме респираторной поддержки давлением (PS) индивидуально для каждого пациента. Чем выше значение настройки FAP, тем интенсивнее вентилятор будет наращивать давление в дыхательных путях до установленного значения. На рисунке, расположенном ниже изображены кривые давления и потока, иллюстрирующие принцип функционирования настройки FAP (агрессивный, умеренный и медленный рост давления) в режимах принудительной ИВЛ с контролем по давлению и респираторной поддержки (PS).

Начальная скорость потока, генерируемого вентилятором, обуславливает интенсивность роста давления в дыхательных путях. При высоких скоростях потока кривая роста давления имеет крутой, почти вертикальный вид, в то время как при низких скоростях потока она становится более полой, т.е. рост давления в дыхательных путях более медленный.



Зачем подбирать скорость нарастания давления при ИВЛ с контролем по давлению (PCV)?

До сих пор этот вопрос остается предметом дискуссий среди специалистов. Некоторые врачи предпочитают, чтобы давление в дыхательных путях у пациентов с ОРДС при ИВЛ с контролем по давлению нарастало стремительно, потому что в результате будет выше показатель среднего давления. Среднее давление в дыхательных путях, как известно, коррелирует с эффективностью оксигенирующей функции легких. Другие врачи, напротив склонны считать, что менее агрессивный, постепенный рост давления в дыхательных путях способен предотвратить риск развития баротравмы легких и обеспечивает более равномерную вентиляцию участков легких с различным комплаинсом. Настройка FAP может улучшить синхронизацию вентилятора с пациентом во время принудительной ИВЛ с контролем по давлению (PCV) так же, как и при респираторной поддержке.

Зачем подбирать скорость нарастания давления при респираторной поддержке (PSV)?

По данным из литературных источников известно, что неадекватная скорость инспираторного потока (слишком высокая или слишком низкая) в любой момент фазы вдоха в режиме поддержки давлением (PSV) может быть причиной увеличения нагрузки на дыхательную мускулатуру, роста работы дыхания (WOB) и более высокой вероятности развития дыхательного дискомфорта у пациента и десинхронизации системы пациент/вентилятор. В ходе исследований были разработаны рекомендации, направленные на достижение более высокой степени дыхательного комфорта пациента. Так, у пациентов с выраженным усилием вдоха и взрывным характером инспираторной фазы более агрессивный (быстрый) рост давления больше соответствует инспираторным потребностям пациента. У пациентов же с умеренным инспираторным усилием достижение дыхательного комфорта при большем дыхательном объеме возможно в случае менее агрессивного (медленного) нарастания давления.

Алгоритм нарастания давления.

Возможность настройки времени нарастания давления может создать для врача определенную проблему. Если время вдоха слишком короткое, а давление нарастает медленно, оно может не успеть достичь целевого значения. Слишком быстрый рост давления чреват превышением целевого значения и резкими колебаниями давления в дыхательных путях, за счет постоянно меняющейся скорости потока в попытке поддержать заданный уровень давления. Эти явления могут привести к преждевременному окончанию вдоха. Для решения этих проблем в наших вентиляторах 700-х и 800-х серий предназначен специальный алгоритм Процент Ускорения Потока (FAP). FAP (в вентиляторах 700-й серии он также называется Фактором Времени Нарастания) использует интеллектуальный алгоритм расчета формы кривой давления. FAP автоматически подбирает необходимую "агрессивность" инспираторного потока для получения желаемой формы кривой давления и гарантированного достижения целевого уровня давления при любых значениях времени вдоха и любых комбинациях комплайенса и сопротивления. Преимущество интеллектуального алгоритма нарастания давления состоит в том, что врач не должен проводить коррекцию настроек FAP каждый раз, когда меняются механические свойства легких пациента или когда врач сталкивается с необходимостью вентилировать пациентов различного возраста.

Как практически настроить FAP при вентиляции с контролем по давлению.

Некоторые врачи склонны к консервативному стилю в выборе тактики респираторной терапии и настаивают на том, что профиль кривой давления должен быть одинаков для всех пациентов. Это легко выполнимо путем выбора настройки FAP, при которой достигается желаемая форма кривой давления и которая в дальнейшем остается неизменной независимо от возраста пациента и механических характеристик его легких. Для многих пациентов наиболее приемлемым значением настройки FAP будет 50%, которое установлено "по умолчанию".

Другая часть врачей считает, что необходимо подбирать индивидуальное значение FAP для каждого пациента. Выбор оптимального значения FAP может быть легко выполнен на основании анализа кривой давления и непосредственного наблюдения у пациента признаков повышения дыхательного комфорта и улучшения синхронности с вентилятором. С помощью FAP начальные значения инспираторного потока могут быть подобраны с учетом индивидуальных особенностей пациента для обеспечения оптимальных характеристик потока и давления в дыхательных путях. Таким образом, мы можем достичь максимального удовлетворения респираторных потребностей пациента.

Элемент С Активный клапан выдоха



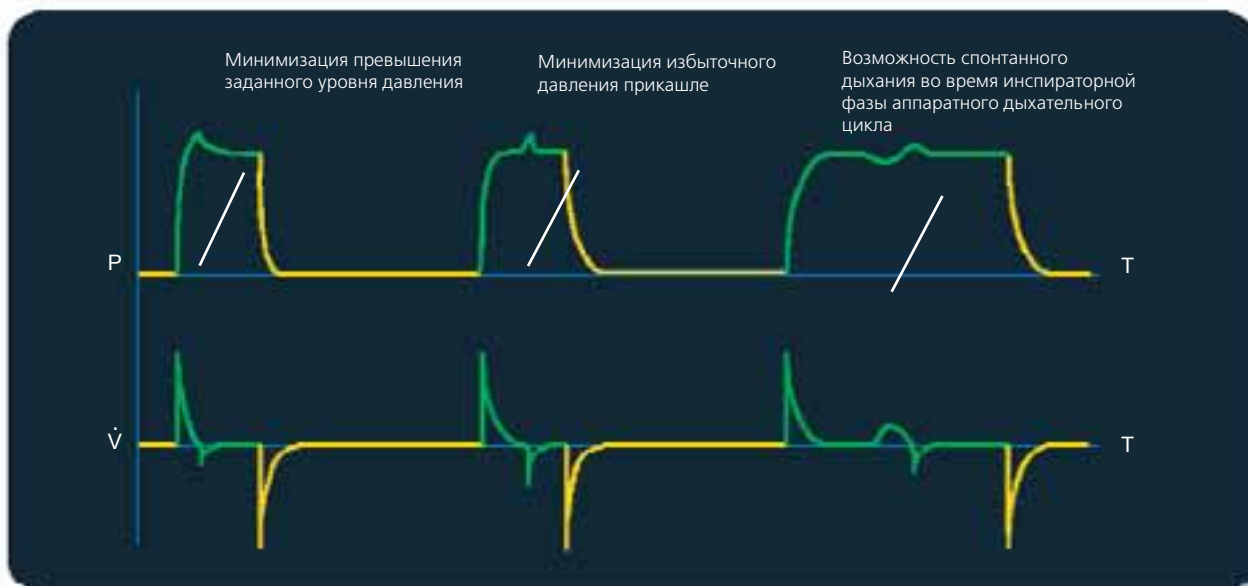
Что такое активный клапан выдоха?

Активный клапан выдоха - это конструктивный элемент аппарата ИВЛ, который находится под активным контролем во время обеих фаз (вдоха и выдоха) дыхательного цикла. Клапан предназначен для поддержания целевого давления в дыхательных путях и в то же время обеспечивает возможность контроля над спонтанными дыханиями пациента во время инспираторной фазы вентиляции с контролем по давлению. Это достигается путем приложения давления к диафрагме выдоха равного давлению, установленному врачом. Если давление во время вдоха по любой причине поднимается выше установленного врачом предела, избыточный поток сбрасывается в атмосферу и давление возвращается к заданному уровню.

Преимущества активного клапана выдоха.

Сброс избыточного давления. Ниже на рисунке изображены три кривые давления, полученные у пациента в инспираторной фазе вентиляции с контролем по давлению. Первая кривая показывает минимальное преходящее превышение давления вследствие низкого комплайенса или высокого сопротивления и довольно агрессивного роста давления в дыхательных путях. Выход давления за установленные пределы минимален и в этом, с одной стороны, имеется заслуга алгоритма FAP, но основная роль принадлежит активному клапану выдоха, через который обеспечивается сброс избыточного давления. Если во время вдоха у пациента возникает кашель, сброс давления через активный клапан выдоха позволяет избежать срабатывания тревоги высокого давления (см. вторую кривую). Третья кривая иллюстрирует спонтанное дыхание пациента в период поддержания давления плато при вентиляции с контролем по давлению. Как мы видим, вентилятор дает возможность пациенту осуществлять спонтанные дыхательные усилия во время инспираторной фазы аппаратного дыхательного цикла. Полезным следствием этого является улучшение синхронности пациента и вентилятора, позволяющее отказаться от применения глубокой седации и миорелаксантов. Активный клапан выдоха - это важный элемент обеспечения синхронности пациента и вентилятора не только в режиме принудительной ИВЛ с контролем по давлению (PCV), но и в таких режимах как APRV (Вентиляция со сбросом давления в дыхательных путях) и BiLevel (Вентиляция с двумя уровнями положительного давления в дыхательных путях).





Элемент D
Чувстви-
тельность
Выдоха
(E_{SENS})



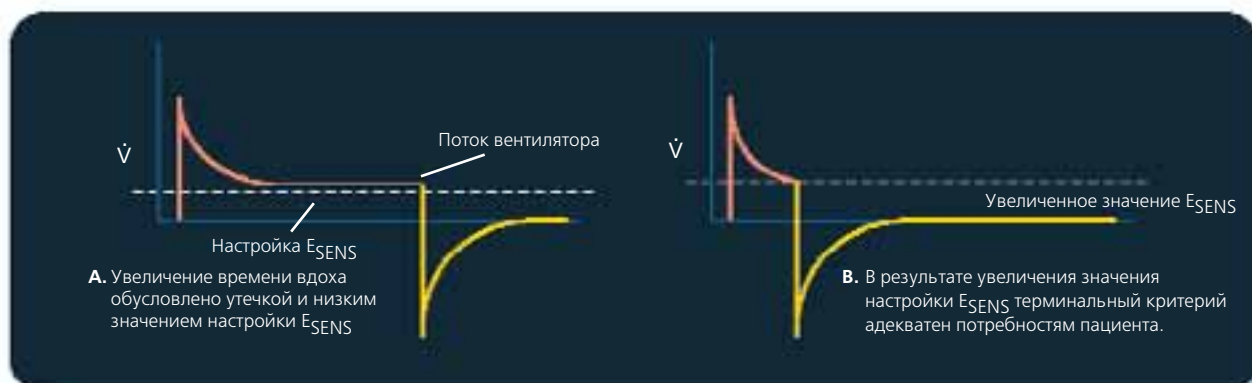
Что такое Чувствительность Выдоха?

В большинстве современных вентиляторов окончание вдоха при вентиляции с поддержкой давлением (PSV) производится в соответствии с установленным критерием окончания вдоха. В роли этого критерия обычно выступает определенный процент от пикового потока для данного конкретного дыхания. В прошлом врачи не имели возможности самостоятельно настраивать критерий окончания вдоха. Сейчас настройка E_{SENS} позволяет врачу выбрать процент от предполагаемого пикового инспираторного потока (V_{max}), по достижении которого вентилятор прекращает подачу потока и производит переключение с фазы вдоха на фазу выдоха.

Зачем подбирать Чувствительность Выдоха?

Фиксированный критерий окончания вдоха при PSV может потенциально быть причиной целого ряда клинических ситуаций. Когда инспираторный поток прекращается слишком рано, это может привести к снижению дыхательного объема или увеличению работы дыхания и нагрузки на дыхательную мускулатуру, если инспираторная попытка пациента продолжается после отключения вентилятором инспираторного потока. С другой стороны, когда инспираторный поток продолжается после завершения инспираторной попытки пациента (что возможно, например, при наличии утечки), может возникать вредная работа выдоха и десинхронизация пациента и вентилятора.

На расположенном ниже рисунке А значение E_{SENS} установлено на 20% и инспираторный поток вентилятора существует в течение длительного периода, так как терминальный критерий не может быть достигнут, вследствие утечки. При увеличении E_{SENS} до 30% (см. рисунок В) пациент легко переключается со вдоха на выдох.



А. Увеличение времени вдоха обусловлено утечкой и низким значением настройки E_{SENS}

В. В результате увеличения значения настройки E_{SENS} терминальный критерий адекватен потребностям пациента.

Практические рекомендации по настройке ESENS.

Настройки ESENS и FAP оказывают влияние на инспираторную фазу дыхательного цикла при PSV. FAP необходимо настраивать в первую очередь, подбирая его в соответствии с силой инспираторных попыток пациента, так как при этом устанавливается значение пикового потока (\dot{V}_{max}). Затем производится настройка ESENS с целью прекратить инспираторный поток вентилятора и начать выдох в момент, наиболее подходящий для пациента (для большинства пациентов наиболее комфортным является значение настройки ESENS 10%). Просто запомните, чем ниже значение настройки ESENS, тем более продолжительна фаза вдоха. Чем выше значение настройки ESENS, тем короче время вдоха. Очевидно, что наиболее комфортной для пациента будет такая настройка ESENS, при которой время вдоха будет не больше и не меньше, чем собственно продолжительность спонтанного вдоха пациента. Подбор адекватного значения настройки ESENS может проводиться с учетом субъективной оценки пациента. Если продолжительность вдоха окажется избыточной в сравнении с инспираторным запросом пациента, врач, получив одобрение пациента, может установить более высокое значение настройки ESENS, обеспечивая тем самым дополнительную степень дыхательного комфорта. Если вдох оканчивается преждевременно, применение низких значений настройки ESENS может обеспечить достижение более высокой степени комфорта пациента, а также адекватный дыхательный объем.

Заключение



Цели, к которым вы стремитесь в процессе респираторной терапии, должны служить надежным проводником и оказывать помощь в правильной настройке ESENS и FAP. Многие клиницисты считают, что настройки, установленные "по умолчанию" одинаково хорошо подходят большинству или даже всем их пациентам, обеспечивая адекватность алгоритма вентиляции. Если тактика врача предусматривает необходимость подбора настроек, в большинстве случаев это можно сделать исходя из оценки результатов респираторной терапии. Если больной в состоянии дышать самостоятельно, при подборе настроек необходимо учитывать объективный статус пациента, наблюдая за частотой дыхания, дыхательным объемом и физикальными симптомами дыхательного комфорта. В случае выбора тактики ведения пациента с острым респираторным дистресс-синдромом (ARDS) необходимо учитывать, что высокое значение среднего давления в дыхательных путях оказывает положительное воздействие на газообмен в легких, но в то же время относительно неблагоприятным считается слишком быстрый рост давления. В современных условиях проблема синхронизации системы пациент-вентилятор должна решаться с помощью интеллектуальных алгоритмов вентиляции, дающих возможность подбора индивидуальных параметров вентиляции в соответствии с потребностями пациента, а не путем назначения седативных средств.

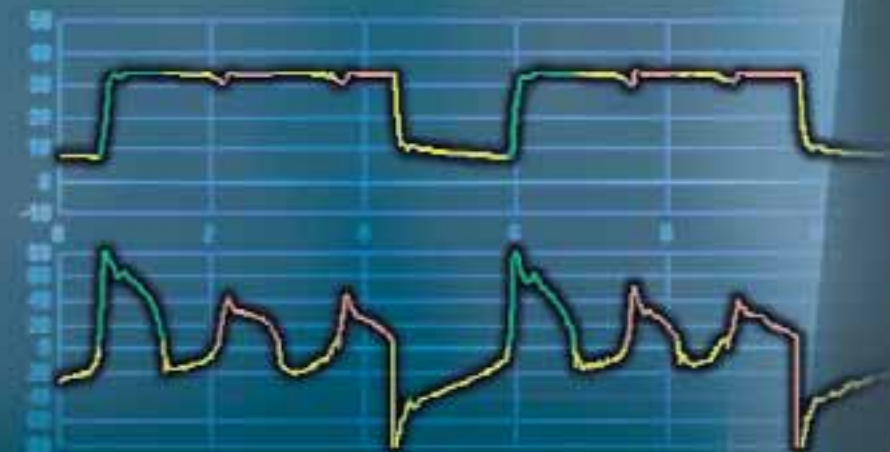
Литература

1. Goulet R, Hess D, Kacmarek R. Pressure vs Flow Triggering During Pressure Support Ventilation. *Chest*. 1997; 111:1649-1653.
2. MacIntyre NR, Ho L. Effects of Initial Flow Rate and Breath Termination Criteria on Pressure Support Ventilation. *Chest*. 1991;99:134-138.
3. Boysen PG, McGough E. Pressure-Control and Pressure-Support Ventilation: Flow Patterns, Inspiratory Time, and Gas Distribution. *Respiratory Care*. 1988;33:126-134.
4. MacIntyre NR, McConnell R, Cheng KG, Sane A. Patient-ventilator flow dyssynchrony: Flow-limited versus pressure-limited breath. *Crit. Care Med*. 1997;25:1671-1677.
5. Chatburn RL, Volsko TA, El-Khatib M. The Effect of Airway Leak on Tidal Volume during Pressure- or Flow-Controlled Ventilation of the Neonate: A Model Study. *Respiratory Care*. 1996;41:728-735.
6. Nellcor Puritan Bennett. *Flow-by 2.0, FLOW TRIGGERING, Effects on the Work of Breathing*. A-AA1495-00.

Две
стратегии ИВЛ в
одном режиме

BI-LEVEL*

Интеллектуальная
вентиляция



Решение проблемы синхронизации,
возможность спонтанного дыхания
с двумя уровнями положительного давления

tyco

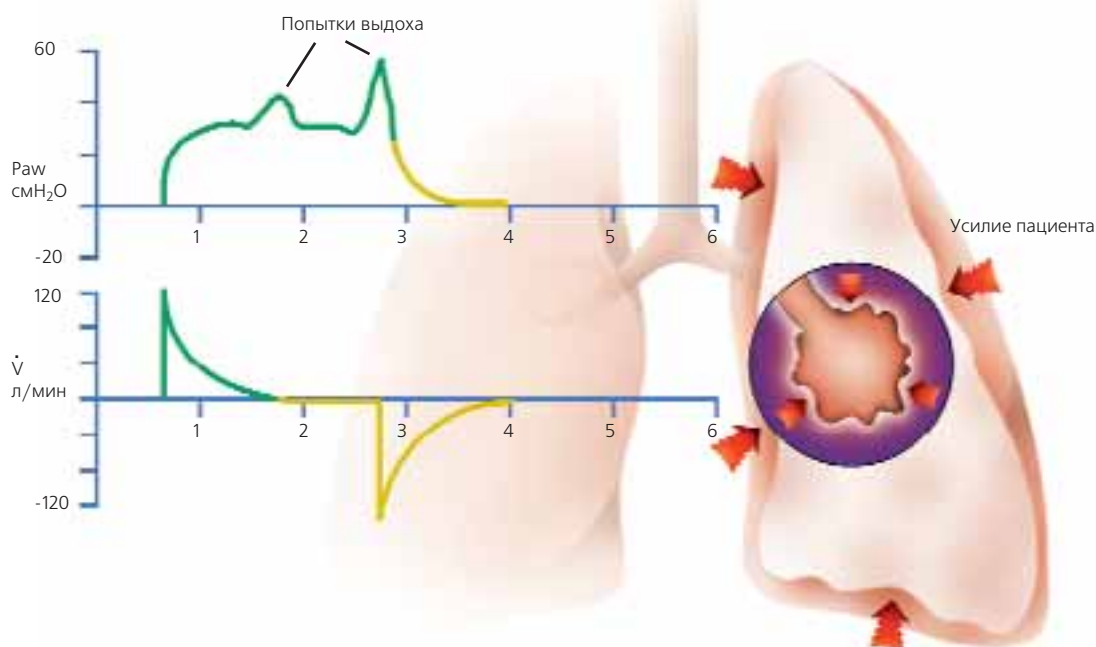
Healthcare

Puritan Bennett

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних десятилетий внимание клиницистов при механической ИВЛ было сфокусировано на управлении дыхательным объемом и поддержании нормального уровня CO_2 (нормокапнии). В настоящий момент необходимость обеспечения постоянного дыхательного объема стала предметом оживленных дискуссий. Стратегия ИВЛ с контролем по давлению в настоящее время воплощена в последних поколениях вентиляторов. Недавние исследования позволили выявить ряд интересных моментов при сохранении спонтанного дыхания пациента наряду с механической вентиляцией, когда пациенту предоставляется возможность внести посильный вклад в обеспечение дыхания, сократив степень влияния механической ИВЛ.^{1,2,4,15}

Традиционно используемые режимы вентиляции дают весьма ограниченные возможности сохранения спонтанного дыхания. Это вынуждает врачей широко применять методы медикаментозной седации и миорелаксации для адаптации пациента к вентилятору. *BI-LEVEL** сегодня практически единственный режим вентиляции с контролем по давлению, при котором проблема синхронизации пациента и вентилятора решена за счет того, что свободное спонтанное дыхание возможно в любой момент аппаратного дыхательного цикла.



Что такое BI-LEVEL*?

*BI-LEVEL** - это режим вентиляции, при котором пациент имеет возможность дышать самостоятельно на фоне чередования двух уровней положительного давления (PEEP). По форме кривой давления в дыхательных путях этот режим напоминает принудительную вентиляцию с контролем по давлению, но, в отличие от последней, в режиме *BI-LEVEL** допускается спонтанная вентиляция как на верхнем, так и на нижнем уровнях давления. Общая минутная вентиляция в режиме *BI-LEVEL** складывается из вентиляции в результате чередования фаз высокого и низкого давления и вклада спонтанного дыхания в каждой из фаз. Мониторинг дыхательного объема позволяет оценить эффективность спонтанного дыхания на каждом уровне давления и рассчитать величину дыхательного объема при смене давления с высокого (PEEP_H) уровня давления на низкий (PEEP_L).

Две различные стратегии вентиляции в одном режиме

BI-LEVEL

Обычное соотношение вдох:выдох (I:E)

В режиме *BI-LEVEL** воплощены две стратегии вентиляции. Они отличаются величиной периода, в течение которого сохраняется низкий уровень положительного давления. В режиме *BI-LEVEL** не существует каких-либо специфических ограничений соотношения T_и:T_л. Если временной промежуток, как для высокого, так и для низкого уровня давления достаточно продолжителен, для того, чтобы пациент смог сделать спонтанный вдох этот тип вентиляции часто называется как "двухфазный" или *BiPAP***. Спонтанные вдохи на обоих уровнях PEEP при необходимости могут быть усилены поддержкой давлением.



Вентиляция со сбросом давления в дыхательных путях (APRV).

Другая стратегия носит название вентиляции со сбросом давления в дыхательных путях. Стратегия APRV всегда предполагает наличие очень короткого периода T_L , таким образом, все спонтанные вдохи производятся на верхнем уровне PEEP. Продолжительность периода нижнего уровня PEEP должна быть достаточно для "сброса" давления и уменьшения объема легких, после чего давление немедленно возвращается к верхнему уровню PEEP. Принцип сброса давления, в результате чего улучшаются условия вентиляции легких, отличает APRV от других режимов респираторной поддержки.^{1,13}



Преимущества режима APRV у пациентов с низким легочным комплаенсом было продемонстрировано более чем в 30 опубликованных отчетах об исследованиях, проведенных на животных и в клинике, а также в отчетах о клинической практике. По сравнению с вентиляцией в режиме CPAP, у пациентов, нуждающихся в респираторной поддержке, вентиляция в режиме APRV обеспечивает лучшие условия для альвеолярной вентиляции и сопровождается улучшением показателей легочной механики и оксигенации.^{9,10,12,13} В сравнении с обычной вентиляцией, вентиляция в режиме APRV обеспечивала стабильность параметров гемодинамики и оксигенации при одновременном уменьшении физиологического мертвого пространства.⁷⁻¹¹

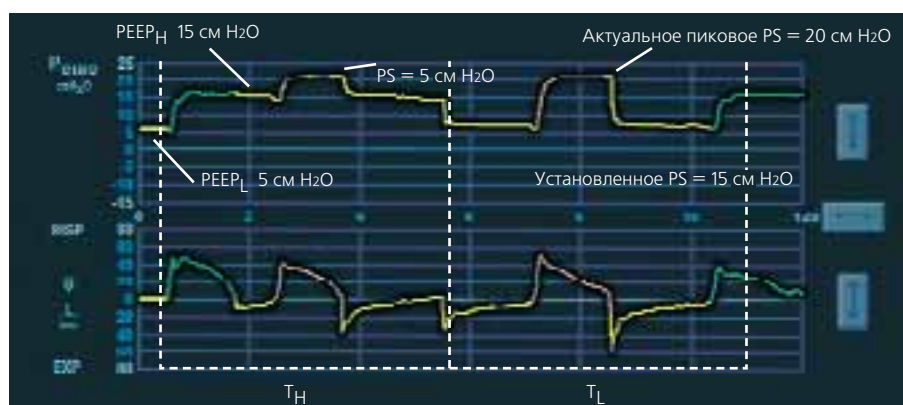
Каковы дополнительные преимущества режима BI-LEVEL*?

Вентиляция с контролем по давлению на вентиляторе 840 модели допускает спонтанные дыхания в инспираторной фазе аппаратного дыхательного цикла. Режим BI-LEVEL* превосходит принудительную вентиляцию с контролем по давлению (PCV) и вентиляцию с поддержкой давлением (PSV) в ряде возможностей, особенно у пациентов с сохраненным спонтанным дыханием:

- Синхронизация переключений между уровнями PEEP с дыханием пациента
- Поддержка всех спонтанных вдохов на обоих уровнях PEEP давлением не менее 1,5 см H₂O
- Спирометрический мониторинг спонтанного дыхания на обоих уровнях PEEP



Дополнительно *BI-LEVEL** предлагает применение расширенных возможностей поддержки давлением. Поддержка давлением (PS) может быть использована, когда период низкого уровня РЕЕР достаточно продолжителен для спонтанного дыхания. Если при этом уровень давления поддержки достаточно высок, попытка спонтанного вдоха на высоком уровне РЕЕР также может быть усилена, как показано на рисунке.



Каковы клинические преимущества спонтанного дыхания на фоне двух уровней РЕЕР?

Повышение комфорта пациента и синхронности

Синхронизация переключений между уровнями РЕЕР с дыхательными усилиями и поддержка давлением спонтанных дыханий повышают степень комфорта пациента и синхронность. Синхронизация вдоха и выдоха с дыхательными усилиями пациента сокращают работу дыхания.^{4,20-25}

Уменьшение потребности в седативных препаратах.

Уровень медикаментозной седации, применяемой для синхронизации пациента и вентилятора может быть гораздо ниже, если пациент может свободно дышать в любой период респираторной поддержки и переключения между уровнями давления синхронизированы с дыхательными усилиями пациента.^{1,4,5,15,17}



Снижение дозы применяемых седативных препаратов приводит к:

- уменьшению побочного действия препарата на функции других органов и систем
- появлению возможности диагностики ряда осложнений, которые могут быть замаскированы действием седативных препаратов
- ранней мобилизации пациентов
- сохранению кашлевого рефлекса, улучшающего удаление бронхиального секрета¹⁵

Расширенный мониторинг пациента.

*BI-LEVEL** обеспечивает расширенные возможности мониторинга и получения дополнительной информации, необходимой клиницисту для принятия решения. В режиме *BI-LEVEL** отдельно мониторируются дыхательные и минутные объемы вентиляции для принудительных и спонтанных дыхательных циклов. Это дает врачу ясное представление о том, каков вклад спонтанного дыхания пациента в обеспечение общей вентиляции.

Простота и легкость применения

*BI-LEVEL** объединяет две стратегии в одном режиме. Принципы режима APRV допускающие простой переход от полностью контролируемой ИВЛ к различным вариантам респираторной поддержки, позволяют рекомендовать *BI-LEVEL** как единственный компонент респираторной терапии.^{3,4} Кроме того, *BI-LEVEL** объединяет в себе концепции *BiPAP*** и PSV, причем каждый из режимов может применяться неинвазивно через лицевую маску.

В дополнение к вышеупомянутому режиму APRV обладает следующими преимуществами:

Лучшие условия для вентиляции при переключении между уровнями давления

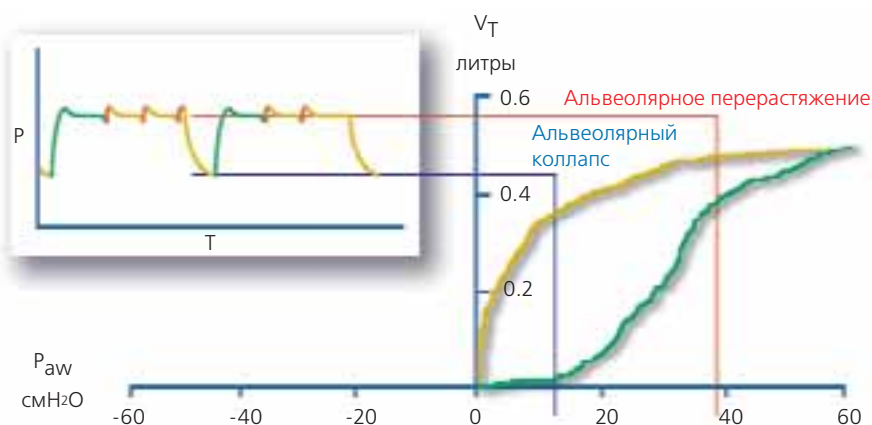
У пациентов с низким комплаенсом (например, при ARDS) используется стратегия респираторной терапии, для которой характерны тенденция к увеличению среднего давления в дыхательных путях при одновременном ограничении пикового альвеолярного давления и профилактика альвеолярного коллапса

Каковы преимущества режима APRV?

за счет адекватного подбора РЕЕР.⁴ Стремление к минимальной амплитуде колебаний давления в дыхательных путях, достаточной для поддержания оптимального объема легких и высокого среднего давления снижает риск развития баротравмы.¹⁵ Режим APRV, обеспечивая практически постоянное давление в дыхательных путях, позволяет поддерживать альвеолы в стабильном состоянии. Условия для вентиляции улучшаются во время коротких экспираторных периодов.¹⁵ Исследования показали, что сброс давления при APRV практически не отражается на оксигенации и параметрах легочной механики.¹²

Газообмен при низком пиковом инспираторном давлении

Идеальный вентилятор должен предоставлять неограниченную свободу спонтанному дыханию, обеспечивая минимально необходимую степень респираторной поддержки.^{1,15} Даже слабое самостоятельное дыхание может уменьшить величину внутрилегочного давления, в результате чего улучшается венозный возврат и кровоток в альвеолярных капиллярах. Таким образом, возможна нормализация оксигенации пациента за счет увеличения сердечного выброса.¹⁵ Исследования показали достаточную эффективность газообмена при поддержании среднего давления в дыхательных путях с низким пиковым давлением.⁵



Рекомендации, представленные ниже, были разработаны на основании данных, полученных в ходе пятилетнего исследования, охватившего 1500 пациентов.³

Начальные значения нижнего и верхнего уровней РЕЕР при настройке вентиляции в режиме *BI-LEVEL** могут быть основаны на значениях РЕЕР и давления плато, полученных в ходе объемной вентиляции. Время, в течение которого давление поддерживается на нижнем и верхнем уровнях РЕЕР часто устанавливается как соотношение T_н:T_л = 1:1 или подобно соотношению I:E (вдох:выдох) при объемной вентиляции. Нижний уровень РЕЕР подбирается, исходя из необходимости поддержания адекватной оксигенации, а верхний уровень РЕЕР устанавливается, как правило, на 12-16 см H₂O выше нижнего уровня РЕЕР, в зависимости от комплайенса пациента и определяет величину дыхательного объема. P5 может применяться для поддержки спонтанного дыхания на каждом из уровней РЕЕР.

Рекомендации по настройке режима APRV

Рекомендации по настройке режима APRV, схожие по содержанию, были опубликованы в многочисленных исследованиях на эту тему.^{1,2,4,10-13,15,16,18,19} Периодичность сбросов давления (частота) может быть установлена, в большинстве случаев, таким же образом, как и при обычной ИВЛ (частота дыхания должна обеспечивать приемлемую альвеолярную вентиляцию). Верхний уровень РЕЕР (обычно в диапазоне от 10 до 30 см H₂O) зависит от комплайенса пациента и его значение рассчитывается исходя из желаемого уровня среднего давления в дыхательных путях и величины минутной вентиляции легких, причем необходимо принимать во внимание тот факт, что самостоятельное дыхание может изменять значения этих параметров.^{2,15} Нижний уровень РЕЕР первоначально устанавливается в диапазоне 3-15 см H₂O, причем конкретное значение подбирается для достижения желаемого объема сброса.^{1,2} Продолжительность периода сброса в большинстве исследований было достаточно короткой (приблизительно 1-1,5 секунды у взрослых).^{1,2,6,12,15,16,18,19} Если продолжительность периода сброса давления превышает 2 секунды, это может привести к ухудшению газообмена в легких.¹ Тем не менее, вопрос об оптимальной продолжительности времени выдоха до сих пор остается предметом дискуссий. Многие исследователи считают оптимальным такое время выдоха, при котором в дыхательных путях пациента сохраняется минимальный уровень auto-РЕЕР, препятствующий коллабированию альвеол в участках легких с низким комплайенсом. Выявить наличие auto-РЕЕР можно с помощью спирометрического монитора: кривая потока выдоха не будет достигать нулевой отметки. Быстрые изменения комплайенса могут оказывать значительное влияние на уровень auto-РЕЕР и, как следствие, на величину функциональной остаточной емкости легких (ФОЕЛ). Необходимо оценивать уровень auto-РЕЕР как можно чаще и проводить соответствующую коррекцию T_л. Частоту дыхательных циклов и уровень верхнего давления подбирают в соответствии с желаемым значением PaCO₂ и pH. Повысить оксигенацию можно путем изменения настроек, которые приведут к росту среднего давления, (например, поднять верхний или нижний уровень РЕЕР, увеличить продолжительность T_н) или путем увеличения FiO₂ (фракции кислорода). Протокол отлучения пациента от вентилятора в режиме APRV

такой же, как и в режиме SIMV. По мере повышения эффективности спонтанной вентиляции уровень PEEP и частота аппаратных дыхательных циклов могут постепенно снижаться до тех пор, пока не пациент не будет переведен на полностью самостоятельное дыхание с поддержкой CPAP.^{1,2,4}

Каким пациентам не подходит вентиляция в режиме APRV?

Пациентам с повышенным сопротивлением дыхательных путей (ХОЗЛ), которые не способны произвести полный выдох в течение 2-х секунд, вентиляция в режиме APRV противопоказана. Многие врачи проводят скрининг пациентов с повышенным сопротивлением дыхательных путей путем выявления клинических симптомов, таких как аускультативно определяемые экспираторные хрипы или удлинённый выдох.² Однако более надёжным методом диагностики обструктивного синдрома является спирографическое исследование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Концепция сохранения спонтанного дыхания в корне меняет взгляд на традиционную ИВЛ. Современные вентиляторы поддерживают технологии, позволяющие добиться идеальной синхронизации системы пациент/вентилятор, предлагают широкий выбор режимов респираторной поддержки и обеспечивают расширенный мониторинг пациента. Режим *BI-LEVEL** объединяет в себе два метода респираторной поддержки:

- APRV позволяет решать тактические задачи оптимизации спонтанного дыхания у пациента с ARDS.
- *BI-LEVEL** с традиционным соотношением Tн:Тл обеспечивает плавный переход от ИВЛ к самостоятельному дыханию и отлучение от вентилятора в рамках одного единственного режима вентиляции.

Вместе оба этих метода являются простым, более физиологичным и весьма эффективным инструментом современной респираторной терапии, позволяющим решать самые сложные клинические задачи.

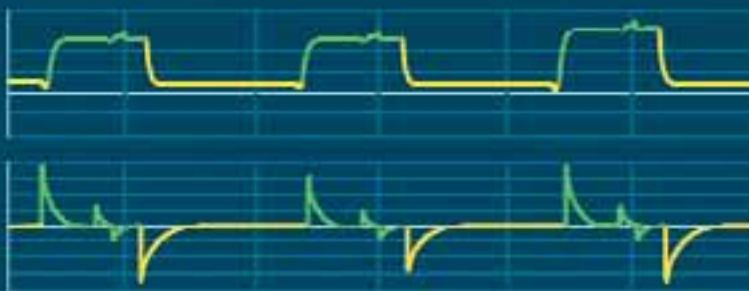
Литература:

1. Diane L. Lefebvre, MD and M. Christine Stock, MD, Airway Pressure Release Ventilation, The Department of Anesthesiology, Emory University School of Medicine, Atlanta, Georgia.
2. M. Christine Stock, MD and John B. Downs, MD, Airway Pressure Release Ventilation: A New Approach to Ventilatory Support During Acute Lung Injury, *Respiratory Care*, July 1987: Vol. 32, No. 7.
3. Ch. Hormann, M. Baum, Ch. Putensen, N.J. Mutz and H. Benzer, Biphasic Positive Airway Pressure (BiPAP*) - A New Mode of Ventilatory Support, *European Journal of Anaesthesiology*, 1994, 11, 37-42.
4. E. Muller, Clinical Application of Novel Ventilation Techniques, *The International Journal of Artificial Organs*, 1995, Vol. 18, No. 10.
5. H. Burchardi, J. Rathgeber, M. Sydow, The Concept of Analgesia Depends on the Concept of Mechanical Ventilation, *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*, 1995, Berlin.
6. Roy D. Cane, William T. Peruzzi, MD and Barry A. Shapiro, MD, Airway Pressure Release Ventilation in Severe Acute Respiratory Failure, The Department of Anesthesia, Div. Of Respiratory and Critical Care, Northwestern University Medical School, Chicago.
7. Lynn D. Martin, MD, Randall C. Wetzel, Optimal Release Time During Airway Pressure Release Ventilation in Neonatal Sheep, *Critical Care Medicine*, 1994, Vol. 22, No. 3.
8. M. C. Stock, J. B. Downs and D. A. Frolicher, Airway Pressure Release Ventilation, *Critical Care Medicine*, 1987, Vol. 15.
9. J. Rasanen, J. B. Downs and M.C. Stock, Cardiovascular Effects of Conventional Positive Pressure Ventilation and Airway Pressure Release Ventilation, *Chest*, 1988, Vol. 93.
10. J. Rasanen, R.D. Cane and J. B. Downs, et al, Airway Pressure Release Ventilation During Acute Lung Injury: A Prospective Multicenter Trial, *Critical Care Medicine*, 1991, Vol. 19.
11. D. D. Valentine, M. D. Hammond and J. B. Downs, et al, Distribution of Ventilation and Perfusion with Different Modes of Mechanical Ventilation, *Am Rev Respir and Perfusion with Different Modes of Mechanical Ventilation*, *Am Rev Respir Dis*, 1991, Vol. 143.
12. Robert A. Smith and Daniel B. Smith, MD, Does Airway Pressure Release Ventilation Alter Lung Function After Acute Lung Injury? *Chest*, March 1995, Vol. 107, No. 3.
13. Editorial Airway Pressure Release Ventilation: A New Concept in Ventilatory Support, *Critical Care Medicine*, 1987.
14. H. Burchardi, New Strategies in Mechanical Ventilation for Acute Lung Injury, series *Clinical Physiology in Respiratory Intensive Care*, edited by A. Rossi and C. Roussos, *European Respiratory Journal*, 1996.
15. Michael Sydow, Hilmar Burchardi, Eric Ephraim, Siegfried Zielmann and Thomas A. Crozier, Long-term Effects of Two Different Ventilatory Modes on Oxygenation in Acute Lung Injury: Comparison of Airway Pressure Release Ventilation and Volume-controlled Inverse Ratio Ventilation, *Am J Respir Critical Care Medicine*, 1994, Vol. 149.
16. Thomas Staudinger, MD, Hana Kordova, MD, Martin Roggla, MD, Pavel Tesinsky, MD, Gottfried J. Locker, MD, Klaus Laczika, MD, Sylvia Knapp, MD and Michael Frass, MD, Comparison of Oxygen Cost of Breathing with Pressure-support Ventilation and Biphasic Intermittent Positive Airway Pressure Ventilation, *Critical Care Medicine*, 1992, Vol. 20, No. 9.
17. M. Christine Stock, MD, Conceptual Basis for Inverse Ratio and Airway Pressure Release Ventilation, *Seminars in Respiratory Medicine*, July 1993, Vol. 14, No. 4.
18. Sandra K. Falkenhain, MD, Thomas E. Reilly and James S. Gregory, MD, Improvement in Cardiac Output During Airway Pressure Release Ventilation, *Critical Care Medicine*, 1992, Vol. 20, No. 9.
19. A. A. Chiang, A. Steinfeld, C. Gropper and N. MacIntyre, Demand - Flow Airway Pressure Release Ventilation as a Partial Ventilatory Support Mode: Comparison with Synchronised Intermittent Mandatory Ventilation and Pressure Support Ventilation, *Critical Care Medicine*, 1994, Vol. 22.
20. C. Putensen, J. Rasanen and F. A. Lopez, Ventilation - Perfusion Distributions During Mechanical Ventilation with Superimposed Spontaneous Breathing in Canine Lung Injury, *Am J Respir Crit Care Med*, 1994, Vol. 150.
21. C. Putensen, J. Rasanen, F. A. Lopez and J. B. Downs, Effect of Interfacing Spontaneous Breathing and Mechanical Cycles on the Ventilation - Perfusion Distribution in Canine Lung Injury, *Anesthesiology*, 1994, Vol. 81.
22. C. Putensen, Partial Ventilatory Support: Pathophysiologic Effects of Interfacing Spontaneous and Mechanical Ventilation, in: *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*, edited by J.L.Vincent, 1995, Berlin: Springer, 1995.
23. C. Putensen, J. Rasanen and F. A. Lopez, Interfacing Between Spontaneous Breathing and Mechanical Ventilation Affects Ventilation - Perfusion Distribution In Experimental Bronchoconstriction, *Am J Respir Crit Care Med*, 1995, Vol.151.
24. L. D. Martin and R. C. Wetzel, Optimal Release Time During Airway Pressure Release Ventilation in Neonatal Sheep, *Critical Care Medicine*, 1994, Vol. 22.
25. C. Putensen and M. A. Leon, Putensen - Himmer G. Timing of Pressure Release Affects Power of Breathing and Minute Ventilation During Airway Pressure Release Ventilation, *Critical Care Medicine*, 1994, Vol. 22.

Интеллектуальная
вентиляция от
Puritan Bennett

VV+

*Спонтанное дыхание,
комбинированное с объемной вентиляцией*



Концепция объединения двух различных принципов дыхания для обеспечения спонтанного дыхания с заданным целевым объемом.

tyco

Healthcare

Puritan Bennett

Введение

Стандартная объемная вентиляция традиционно ассоциировалась с такими побочными явлениями, как повышенная работа дыхания, истощение дыхательных усилий пациента, а также невозможность спонтанного вдоха или кашля в инспираторной фазе аппаратного дыхательного цикла.^{1,2} Применение более глубокой седации или назначение миорелаксантов для синхронизации пациента с вентилятором может увеличить время пребывания пациента на ИВЛ.³⁻⁷

Напротив, недавние исследования показали, что профилактика повреждения легких у пациентов с ОРДС, вызванных их перерастяжением (баро- или волюмотравма), может играть важную роль в повышении выживаемости таких больных. Снижение смертности было связано, в первую очередь, с использованием низкого дыхательного объема и низкого инспираторного давления.⁸⁻¹⁰ До сих пор точно не установлено, какая из двух стратегий вентиляции - с контролем по объему или с контролем по давлению - является наиболее безопасной.

В данной брошюре описывается принципиально новая стратегия вентиляции, для которой характерно сочетание спонтанной вентиляции и принудительной вентиляции с заданным дыхательным объемом.

Типы дыхания по давлению и по объему

Постоянное давление		Постоянный объем
PC (Pressure Control) в режимах A/C или SIMV		VC (Volume Control) в режимах A/C или SIMV
PS (Pressure Support)	Принудительная вентиляция	VV+ / PRVC / AutoFlow VAPS / Pres Aug
BiPAP / Bi-LEVEL (с обычным соотношением I:E или APRV)	Спонтанная вентиляция	VS (Volume Support)
"Амбивалентные режимы"		
Компенсация ЭТ-трубки (TC) или Пропорциональная вспомогательная вентиляция (PAV)		

Выражение "амбивалентный режим" вентиляции может быть не совсем корректным, когда используется какой-либо один тип дыхания. Этот термин обозначает даже не режим, а скорее тип дыхания. Термин Тип дыхания определяет, каким образом осуществляется каждое дыхание, принудительное или спонтанное (например, Pressure Support, Pressure Control, Volume Control).

Тип дыхания по давлению (принудительный или спонтанный) подразумевает настройку пикового давления, при этом значения потока и дыхательного объема могут изменяться. При таком типе дыхания давление поддерживается на установленном уровне, а поток или дыхательный объем меняются, что позволяет контролировать альвеолярное давление и обеспечить защиту легких.

Тип дыхания по объему подразумевает настройку значения дыхательного объема, при этом давление в дыхательных путях меняется в зависимости от механических параметров легких. Целями для достижения которых применяется объемная вентиляция являются обеспечение безопасной вентиляции малыми объемами, достаточными для адекватной вентиляции CO₂.

VV+

Volume Ventilation Plus (VV+) - вариант респираторной терапии, объединяющий два различных (амбивалентных по сути) типа дыхания с целевым объемом: Volume Control Plus (VC+), который обеспечивает принудительные дыхания в режимах вентиляции A/C и SIMV, и Volume Support (VS), который обеспечивает поддержку только спонтанных дыханий.

VC+

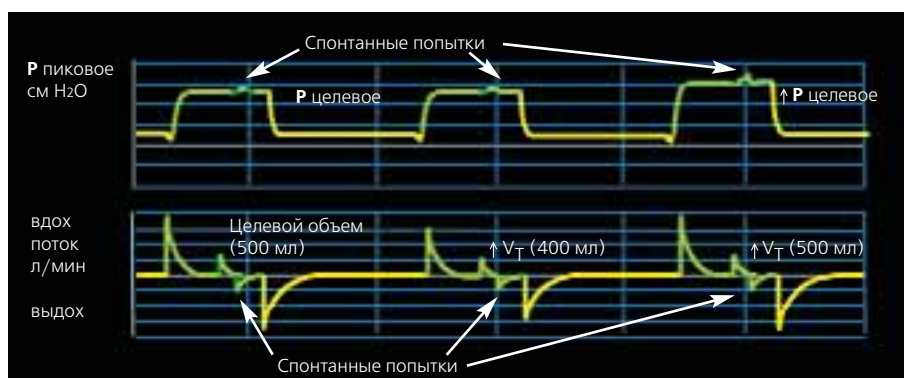
В режиме Volume Control Plus (VC+) врач производит настройку значений времени вдоха и целевого объема. В начале вентилятор осуществляет один стандартный дыхательный цикл по объему (тестовое дыхание) с нисходящей формой кривой инспираторного потока и плато для того, чтобы рассчитать легочный комплаенс пациента. Последующие дыхательные циклы осуществляются по давлению, величина которого рассчитывается при тестовом дыхании. Если доставленный дыхательный объем оказывается больше или меньше целевого объема, вентилятор подбирает соответствующее инспираторное давление для коррекции этих расхождений.



При проведении принудительной вентиляции с целевым дыхательным объемом в режиме VC+ врач не сталкивается с некоторыми проблемами, присущими обычной объемной вентиляции. Так, например, при вентиляции в режиме VC+ гарантируется высокая степень синхронизации пациента и вентилятора.

наиболее явными выглядят следующие преимущества:

- Врач осуществляет настройку только двух параметров - целевого объема и времени вдоха.
- Принцип осуществления принудительных дыхательных циклов с контролем по давлению делает возможным спонтанное дыхание в инспираторной фазе. Возможность сброса избыточного давления не препятствует возникновению спонтанных дыхательных попыток и кашля.



Примечание: Программное обеспечение опции VV+ включает в себя VC+ и VS.

Клинические Преимущества VC+

Особенности функционирования VC+

- Спонтанное дыхание в инспираторной фазе принудительного дыхания обеспечивается функционированием активного клапана выдоха.
- Вентилятор автоматически рассчитывает начальное (максимальное) значение инспираторного потока и профиль нисходящей кривой потока. Таким образом, исключается возможность неправильной настройки потока (слишком низкое значение начальной скорости потока может быть недостаточным для адекватного вдоха)^{1,13}
- Значения пикового инспираторного потока могут быть выше или ниже исходного, в зависимости от степени агрессивности спонтанного дыхания пациента. Возможность изменения скорости потока обеспечивает синхронизацию пациента и вентилятора.

Программная опция VC+ в вентиляторе NPB 840™ - это альтернатива традиционной объемной вентиляции в режимах A/C и SIMV.

Особенности функционирования:

- Вентилятор быстро достигает целевого объема после короткой серии тестовых дыханий. Интеллектуальный алгоритм расчета целевого инспираторного давления не допускает применения ошибочных настроек.
- Подбор инспираторного давления минимизирует риск избыточного давления и колебаний дыхательного объема, обусловленных внезапными и быстрыми изменениями комплайенса.
- Могут устанавливаться пределы дыхательного объема. В случае роста дыхательного объема выше желаемого уровня, при последующих дыханиях целевое давление автоматически снизится, и дыхательный объем вернется к прежнему значению.
- Любая разгерметизация распознается и подается сигнал дисконнекции дыхательного контура. Восстановление герметичности приводит к немедленному восстановлению предшествующего дисконнекции целевого давления и целевого объема, что гарантирует моментальное восстановление должного уровня среднего давления в дыхательных путях.

Volume Support

Поддержка объемом (VS) имеет алгоритм вентиляции, схожий с режимом VC+. Однако, в режиме VS используются дыхания по типу поддержки давлением. Врач в данном случае настраивает только дыхательный объем, но не устанавливает время вдоха или частоту дыхания. Вентилятор в ответ на спонтанную попытку вдоха осуществляет поддержку давлением, всякий раз изменяя уровень давления для гарантированного достижения целевого объема. Если пациент способен обеспечить больший объем работы дыхания, вентилятор обнаружит увеличение дыхательного объема и уменьшит давление. В случае снижения величины дыхательного объема, вентилятор автоматически увеличит поддержку объемом, чтобы не допустить развития гиповентиляции. Чувствительность триггера определяет в данном случае частоту дыхания, а респираторная потребность пациента - продолжительность вдоха.

VS - это режим поддержки спонтанного дыхания, в котором воплощена стратегия использования переменного давления поддержки для достижения и поддержания целевого объема.

Режим VS может применяться с целью:

- Отлучения от респиратора после общей анестезии
- Респираторной поддержки с контролем дыхательного объема и повышенным уровнем дыхательного комфорта

Пробуждение после общей анестезии. Врач устанавливает целевое значение дыхательного объема. Пациент может дышать с объемом выше или ниже установленного, при этом степень поддержки соответственно снижается или увеличивается для поддержания заданного объема. По мере пробуждения пациента, увеличения частоты и глубины спонтанного дыхания, вентилятор снижает поддержку объемом. Однако, если уровень сознания пациента и активность дыхательного центра снижаются, поддержка объемом увеличивается. В режиме VS предусмотрен метод обеспечения безопасности пациента при

Клинические преимущества VS

остановке дыхания - вентиляция апное.

В режиме респираторной поддержки VS удалось решить проблему, присущую режиму MMV (Minute Mandatory Ventilation), в котором пациент мог удовлетворять критерию заданной минутной вентиляции за счет частого и поверхностного дыхания, неэффективного с точки зрения газообмена и избыточной работы дыхания. Данной проблемы в режиме VS не существует, поскольку критерием адекватной вентиляции считается не минутный, а дыхательный объем.

Контроль дыхательного объема и увеличение степени дыхательного комфорта. Несмотря на то, что количество ссылок на литературные источники, в которых упоминается высокая эффективность VS в качестве основного режима вентиляции невелико, можно с уверенностью утверждать, что режим VS может успешно применяться как первичный метод вентиляции, особенно у детей и новорожденных. Врач устанавливает для пациента необходимый дыхательный объем. Вентилятор ограничивает давление, не прекращая вдох, если оно увеличивается в пределах 5 см H₂O от верхней границы давления. При улучшении податливости легких давление падает и пациент может вентилироваться с минимальным дыхательным объемом при наименьшем возможном давлении. В режиме VS пациент может сам осуществлять контроль над важными параметрами респираторной поддержки (временем вдоха, частотой дыхания и скоростью инспираторного потока).

Поддержка объемом (VS) имеет ряд преимуществ и ограничений в сравнении с поддержкой давлением (PS). Режим VS позволяет удерживать пациента в безопасном коридоре, не допуская гипо- или гипервентиляции, даже если активность инспираторных усилий превышает заданный уровень объема. PS не может уменьшить интенсивность поддержки, даже если респираторные возможности пациента возрастают. Выбор между VS и PS зависит от протокола, который применяется в конкретной клинике, особенностей течения и остроты заболевания, а также терапевтических целей, к достижению которых стремится врач.

Заключение.

Новые гибкие технологии ИВЛ значительно повышают степень комфорта у пациентов, с сохраненным спонтанным дыханием, которым проводится принудительная вентиляция. Вентилятор NPB-840 с опциями VC+ и VS существенно расширяет терапевтический арсенал врача. Режим VC+ предоставляет врачу возможность воспользоваться новыми преимуществами вентиляции с контролем о объеме. Режим VS может быть полезен при отлучении пациента от респиратора после общей анестезии или как способ повышения комфортности респираторной поддержки. В любом случае, оба режима - это прорыв в технологиях респираторной терапии.

Литература

1. Alonso J, Kallet R, Soobal M, Kraemer R, Marks J. Does autoflow optimize inspiratory flow (Vi)? A lung model study. *Critical Care Medicine* 1999; 27(1) [Suppl.].
2. Kallet R, Campbell A, Alonso J, Morabito D, Mackersie R. The effects of pressure control versus volume control assisted ventilation on patient work of breathing in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. *Respiratory Care* 2000; 45:1085-1096.
3. Leatherman J, Fleugel W, David W, Davies S, Iber C. Muscle weakness in mechanically ventilated patients with severe asthma. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1996; 153(5):1686-90.
4. Rudis M, Guslits P, Peterson E, Hathaway S, Angus E, Beis S, Zarowitz B. Economic impact of prolonged motor weakness complicating neuromuscular blockade in the intensive care unit. *Critical Care Medicine* 1996; 10:1749-56.
5. Kollef M, Levy N, Ahrens T, Schaif R, Prentice D, Sherman D. The use of continuous I.V. sedation is associated with prolongation of mechanical ventilation. *Chest* 1998; 114(2):541-8.
6. Behbehani N, Al-Mane F, Dfjyachkova Y, Pare P, FitzGerald M. Myopathy following mechanical ventilation for acute severe asthma. *Chest* 1999; 115: 1627-1631.
7. Brooke A, Ahrens T, Schaif R, Prentice D, Sherman D, Shannon W, Kollef M. Effect of a nursing-implemented sedation protocol on the duration of mechanical ventilation. *Critical Care Medicine* 1999; 12:2609-15.
8. Amato M, Barbas C, Medeiros D, Magaldi R, Schettino G, Lornzi-Filho G, Kairalla R, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *New England Journal of Medicine* 1998; 338: 347-354.
9. Artigas A, Bernard G, Carlet J, Dreyfuss D, Gattinoni L, Hudson L, Lamy M, Marini J, et al. The American-European consensus conference on ARDS, Part 2. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1998; 157:1332-1347.
10. Acute respiratory distress syndrome network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *New England Journal of Medicine* 1994; 22:353-357.
11. Amato M, Barbas C, Bonassa J, et al. Volume-assured pressure support ventilation. *Chest* 1992; 102:1225-1234.
12. MacIntyre N, Gropper C, Westfall T. Combining pressure-limiting and volume-cycling features in a patient-interactive mechanical breath. *Critical Care Medicine* 1994; 22:353-357.
13. Hass C, Branson, R, Folk L, Campbell R, Wise C, Davis K, Dechert R, Weg J. Patient-determined inspiratory flow during assisted mechanical ventilation. *Respiratory Care* 1995; 40(7):716-721.

Оптимизация
спонтанного
дыхания

ТС

Компенсация сопротивления ЭТ-трубки

Интеллектуальная
вентиляция



Нивелирует дополнительную работу дыхания,
связанную с преодолением сопротивления
искусственных дыхательных путей

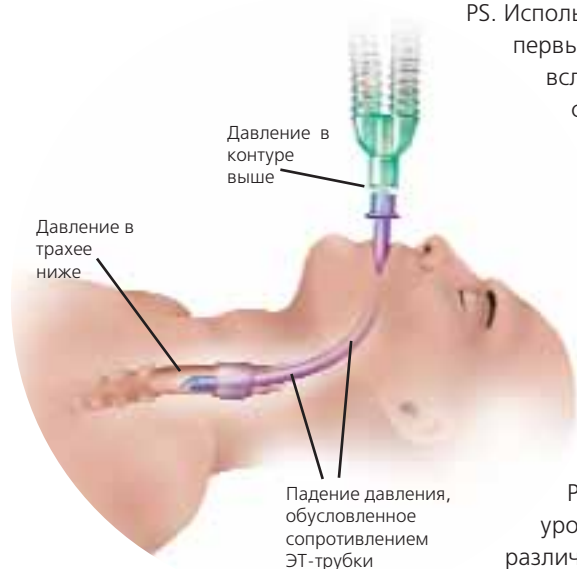
tyco

Healthcare

Puritan Bennett

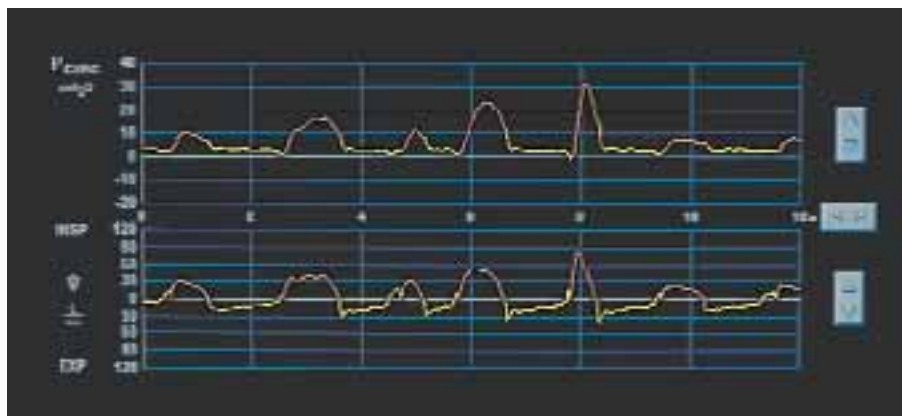
Ограничения режима PS

Давно известно, что одной из основных причин возникновения дополнительной работы дыхания у пациентов, которым проводится ИВЛ является сопротивление, оказываемое эндотрахеальной (ЭТ) трубкой.^{1,5} Таким образом, внутрилегочное давление во время вдоха может быть значительно ниже, чем давление, генерируемое потоком, в дыхательном контуре. В клинической практике, как правило, для преодоления избыточной работы дыхания, обусловленной сопротивлением ЭТ-трубки, применяется режим респираторной поддержки PS. Использование режима PS для этих целей обладает рядом недостатков. Во-первых, уровень PS может не соответствовать степени снижения давления, вследствие преодоления сопротивления ЭТ-трубки. В режиме PS очень сложно обеспечить адекватную компенсацию падения давления, поскольку уровень PS фиксирован, а степень снижения давления зависит от величины инспираторного потока и может сильно изменяться при каждом дыхательном цикле.^{1,2,3,5} При каждой инспираторной попытке PS будет недостаточно корректировать работу дыхания в ранней фазе вдоха, когда инспираторный поток достаточно велик, а в поздней фазе вдоха, когда инспираторный поток снижается, коррекция работы дыхания окажется избыточной.^{2,3} Во-вторых, подобрать адекватный уровень PS не так просто, как кажется. Эффективность синхронизации пациента и вентилятора зависит от чувствительности триггера, агрессивности нарастания давления, критерия окончания вдоха (чувствительности выдоха). Все эти факторы позволяют настроить PS, в соответствии с индивидуальными потребностями пациента. Наконец, уровень PS, выбираемый врачом, часто остается неизменным у пациентов с различными размерами ЭТ-трубок или с различной степенью дыхательной активности, в результате чего респираторная поддержка оказывается или недостаточно эффективной или избыточной.



Что такое ТС?

Режим компенсации сопротивления ЭТ-трубки (ТС) - это новый метод поддержки спонтанного дыхания, предназначенный для нивелирования дополнительной работы дыхания, необходимой для преодоления сопротивления искусственных дыхательных путей.⁵ По сути этот метод - разновидность поддержки давлением, который автоматически компенсирует падение давления в ЭТ-трубке или трахеостомической канюле (степень падения давления зависит от скорости инспираторного потока) и поддерживает давления в трахее (в области карины) на постоянном уровне.^{2,3,5} Режим ТС обеспечивает необходимую степень поддержки спонтанного дыхания пациента путем создания положительного компенсаторного давления, пропорционального величине инспираторного потока и размеру (внутреннему диаметру) искусственного воздуховода.



Компенсаторное давление меняется в соответствии с изменениями инспираторного потока.

РЕЕР в области карины поддерживается на постоянном уровне



Компенсация сопротивления ЭТ-трубки

Даже здоровый человек может испытывать дискомфорт, вызванный повышенным сопротивлением при дыхании через искусственные дыхательные пути. Не говоря уже о пациентах с различной степенью дыхательной недостаточности, вынужденных затрачивать значительные мышечные усилия для преодоления сопротивления потоку при дыхании через ЭТ-трубку. В этой ситуации режим ТС может быть использован как инструмент скрининга для выявления категории пациентов, недостаточность дыхания у которых и зависимость от вентилятора связаны с реальным поражением дыхательной системы, а не с декомпенсацией, вызванной негативным влиянием искусственного воздуховода.⁴

Каковы потенциальные преимущества режима ТС?

Простота использования - Вам достаточно сообщить вентилятору, какой размер ЭТ-трубки или трахеостомической канюли используется у пациента и вентилятор автоматически обеспечит корректный уровень поддержки.

Минимальная работа дыхания - В сравнении с другими методами поддержки спонтанного дыхания (например, СРАР или Т-образная трубка), при использовании ТС пациент будет выполнять минимальную работу дыхания (ТС может применяться как единственный метод респираторной поддержки или в рамках режима *BI-LEVEL**).

Высокий уровень респираторного комфорта - Самостоятельное дыхание через ЭТ-трубку воспринимается пациентами более комфортно, нежели чем в режиме СРАР или с помощью Т-образной трубки.² Если избыточная работа дыхания нивелируется за счет применения ТС, пациенты не нуждаются в дополнительной поддержке.³

Способность адекватной поддержки дыхания у пациентов с различной степенью активности дыхательного центра - Активность дыхательного центра и, как следствие интенсивность инспираторного потока может значительно изменяться в зависимости от того, бодрствует пациент или спит, заторможен он или возбужден. ТС может менять величину компенсаторного давления в значительных пределах в соответствии с респираторными потребностями пациента.

Какой процент поддержки должен установить при вентиляции в режиме ТС?

ТС позволяет врачу настроить значение процента поддержки в диапазоне от 10% до 100%. Многие из опрошенных нами врачей предпочитают устанавливать процент поддержки на уровне 100%, поскольку только в данном случае обеспечивается полная компенсация избыточной работы дыхания. Другие врачи устанавливают значение процента поддержки в диапазоне от 70% до 100%. Значение процента поддержки, при котором не обеспечивается полная компенсация избыточной работы дыхания может быть выбрано, например, для тренировки дыхательной мускулатуры пациента путем контролируемого, строго дозированного увеличения нагрузки.

Литература:

1. Fabry B, Guttman J, Eberhard L, Wolff G. Automatic Compensation of Endotracheal Tube Resistance in Spontaneous Breathing Patient. *Technology and Health Care* 1994; 1: 281-291.
2. Guttman J, Bernhard H, Mols G, Benzing A, Hofmann P, Haberthur C, Zappe D, Fabry B, Geiger K. Respiratory Comfort of Automatic Tube Compensation and Inspiratory Pressure Support in Conscious Humans. *Intensive Care Medicine*, 1997; 23:1119-1124.
3. Fabry B, Zappe D, Guttman J, Kuhlen R, Stocker R. Breathing Pattern and Additional Work Of Breathing in Spontaneously Breathing Patients with Different Ventilatory Demand During Inspiratory Pressure Support and Automatic Tube Compensation. *Intensive Care Medicine*, 1997; 23:545-552.
4. Stocker R, Fabry B, Stein S, Zappe D, Trentz O, Haberthur C. Added Work of Breathing, Ventilatory Pattern and Recognizability of Readiness for Extubation During Inspiratory Pressure Support and Automatic Tube Compensation. *Unfallchirurg*, 1996, 99:764-770.
5. Haberthur C, Fabry B, Stocker R, Ritz R, Guttman J. Additional Inspiratory Work of Breathing Imposed by Tracheostomy Tubes. *Intensive Care Medicine*, 1999; 25:514-519.

Дополнительные рекламно-информационные материалы по продукции корпорации "TYCO Healthcare Group AG"



Искусственная вентиляция легких
Пульсоксиметрия
Капнография
Мониторинг.



Дыхательные фильтры "ДАР".



Оборудование для поддержания температурного баланса.



Дыхательные контуры "ДАР".



Датчики для пульсоксиметрии.



Эндотрахеальные трубки.



Режимы ИВЛ и респираторной поддержки.



Наборы для трахеостомии "МАЛЛИНКРОДТ".



tyco
Healthcare

Представительство
"TYCO Healthcare Group AG"
115093, г. Москва, ул. Люсиновская, 36
тел.: (095) 787-4513 (многоканальный)
факс: (095) 787-4512
e-mail: office@tycohealth.ru
www.tycohealth-ece.com

Puritan Bennett