

# Оглавление

0.1 Введение .....	10
<b>1.0 Часть первая (основа взаимопонимания авторов и читателей).....</b>	<b>13</b>
1.1 Самая простая классификация аппаратов ИВЛ (или о чем speech) .....	14
1.2 Респираторная механика – необходимый минимум.....	17
1.3 Повреждение легких при ИВЛ.....	38
<b>2.0 Часть вторая (основы классификации режимов ИВЛ) .....</b>	<b>49</b>
2.1 Вступление ко второй части книги .....	50
2.2 Управление вдохом (Control) и управляемая переменная (Control Variable) .....	53
2.3 Фазы дыхательного цикла и логика переключения аппарата ИВЛ .....	66
2.4 Что такое trigger (триггер), или как аппарат ИВЛ узнаёт, что пора начать вдох? .....	70
2.5 Предельные параметры вдоха (Limit variable) .....	74
2.6 Программа, выполняющая переключение с вдоха на выдох – Cycle .....	79
2.7 РЕЕР, СРАР и Baseline.....	82
2.8 Почувствуйте разницу (отличия программ работающих во время дыхательного цикла) .....	86
2.9 Выяснение отношений между фазовыми и управляемыми переменными .....	88
2.10 Паттерны ИВЛ Ventilatory Patterns .....	96
2.11 Под знаком CMV .....	99
2.12 Под знаком CSV .....	101
2.13 Под знаком IMV .....	104
2.14 Использование принципа обратной связи в управлении аппаратом ИВЛ .....	108
2.15 Эволюция логических систем (принципов) управления аппаратом ИВЛ .....	109
2.16 Стратегия управления вдохом Control Strategy .....	113
<b>3.0 Часть третья (имена режимов ИВЛ и характеристики) ..</b>	<b>117</b>
3.1 Warning! Предупреждение!.....	118

3.2 Имена режимов вентиляции и терминологическая путаница... ..	119
3.3 «CPAP», «Continuous Positive Airway Pressure» .....	121
3.4 «CMV», «Continuous Mandatory ventilation» .....	124
3.5 «Inverse Ratio Ventition», «IRV» .....	131
3.6 «Pressure cycled ventilation» .....	139
3.7 «Pressure Support Ventilation» «PSV» .....	141
3.8 «Intermittent Mandatory Ventilation» + «SIMV» .....	150
3.9 Спонтанное дыхание на двух уровнях давления .....	162
3.10 «Biphasic positive airway pressure» от фирмы Dräger .....	167
3.11 «BiLevel» на аппарате Puritan Bennet 840 .....	177
3.12 «Bi-Vent» на аппарате Servo-I фирмы MAQUET .....	180
3.13 «Mandatory minute ventilation» («MMV») .....	183
3.14 Вступление к описаниям режимов с двойным управлением (Dual Control) .....	186
3.15 Двойное управление в течение вдоха – Dual Control Within a Breath .....	188
3.16 «Volume Support», «VS».....	191
3.17 «Pressure-regulated volume control», «PRVC» .....	195
3.18 «AutoFlow» .....	199
3.19 «AutoMode».....	202
3.20 «Proportional pressure suport» «PPS» и «Proportional assist ventilation» «PAV».....	204
3.21 «NAVA», «Neurally Adjusted Ventilatory Assist» .....	214
3.22 SmartCare/PS .....	219
3.23 «Adaptive support ventilation», «ASV», «AVM», «Auto-MVG», «iSV», «Adaptive». Адаптивная поддерживающая вентиляция. ....	221
3.24 «Adaptive Lung Protection Ventilation» «ALPV» .....	227
3.25 «IntelliVent-ASV». Самый интеллектуальный режим ИВЛ. .	228
3.26 Опции .....	234
3.27 Многоуровневые режимы на аппаратах Chirana (ХИРАНА) .....	239
3.28 Заключение .....	248
Словарь .....	259
Список литературы .....	287

## 2.1 Вступление ко второй части

**Warning! Будьте внимательны!**

Вы столкнетесь с одинаковыми названиями для разных понятий

Это:

1. Способ управления вдохом
2. Вариант согласования вдохов
3. Название режима ИВЛ

Названия способов управления вдохом: по объему **Volume controlled ventilation (VCV)** и по давлению **Pressure controlled ventilation (PCV)**.

Названия вариантов согласования вдохов: если все вдохи принудительные, – это **CMV (continuous mandatory ventilation)**, если все вдохи самостоятельные, – это **CSV (continuous spontaneous ventilation)**, если принудительные вдохи чередуются с самостоятельными, – это **IMV (intermittent mandatory ventilation)**.

Названия режимов ИВЛ.

Производители аппаратов ИВЛ нередко выбирают или придумывают для режимов вентиляции новые красивые названия или аббревиатуры. Часто для названия режимов используют часть полного названия, например, только способ согласования вдохов, и получается просто «**CMV**» или «**IMV**», или способ управления вдохом «**Volume controlled ventilation (VCV)**» или «**Pressure controlled ventilation (PCV)**». Чтобы не возникало путаницы, говоря о коммерческих названиях режимов ИВЛ, мы используем слово «имя», и помещаем имя данное разработчиками и производителями в кавычки.

на английском:

Управление – **Control**

Согласование вдохов – **Breath Sequence**

Режим ИВЛ – **Mode**

Чтобы Вам не запутаться, на страницах нашей книги имена режимов ИВЛ всегда в кавычках (например: «**IPPV**», «**PSV**», «**Assist control**», «**PCV**», «**CMV**»). Все остальные понятия – без кавычек.

Если сейчас что-то неясно, это хорошо, по мере прочтения второй части всё встанет по местам, только будьте внимательны – режимы ИВЛ всегда в кавычках.

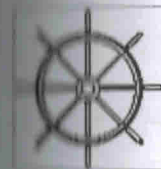
Основные положения, обсуждаемые во второй части книги:

- 2.2 Как аппарат ИВЛ делает вдох и какие существуют способы управления вдохом.
- 2.3 Фазы дыхательного цикла и логика переключения аппарата ИВЛ.
- 2.4 Что такое trigger, или как аппарат ИВЛ начинает вдох.
- 2.5 Что такое предельные параметры вдоха. (Limit variable).
- 2.6 Как аппарат ИВЛ переключается с вдоха на выдох.
- 2.7 РЕЕР, СРАР и Baseline.
- 2.8 Почувствуйте разницу между *фазовыми* и *управляемыми* переменными.
- 2.9 Выяснение отношений между *фазовыми* и *управляемыми* переменными.
- 2.10 Паттерны ИВЛ.
- 2.11 Способ согласования вдохов CMV.
- 2.12 Способ согласования вдохов CSV.
- 2.13 Способ согласования вдохов IMV.
- 2.14 Использование принципа обратной связи в управлении аппаратом ИВЛ.
- 2.15 Эволюция логических систем управления аппаратом ИВЛ.
- 2.16 Стратегия управления вдохом Control Strategy.

## 2.2 Управление вдохом (Control) и управляемая переменная (Control Variable)

### Абсолютно необходимое вступление о трудностях перевода\*

Что значит «control»?



Контроль?! Ничего подобного! В переводе с английского «control» означает никакой не контроль, а управление. И «control panel» – это не приборная доска, а пульт управления, и «to control the plane» – это не контролировать полет самолета из диспетчерской, а управлять самолетом, сидя за штурвалом. Не верите, – посмотрите в словаре. В описании режимов ИВЛ «control variable» – это управляемая переменная или управляемый параметр. Вот так.

#### «Control»

с английского на русский переводится как:

#### «Управление»

### Какие параметры описывают вдох аппарата ИВЛ?

1. Объём (volume).
2. Поток (flow).
3. Давление (pressure)

Важно понимать, что описывая вдох, мониторируя взаимодействие аппарата и пациента и внося коррективы, мы должны знать и анализировать все эти параметры, а изменять в каждый момент времени

\*Владимир Львович Кассиль, Маргарита Александровна Выжигина и Геннадий Сагеевич Лескин в своей книге «Искусственная и вспомогательная вентиляция легких» (М., 2004) на стр.115 говорят следующее: «Мы возражаем против появившихся в последние годы терминов “ИВЛ с контролируемым объемом” или “объемно-контролируемая ИВЛ”. Русское слово “контролировать” означает “осуществлять контроль или надзор”, а английский глагол “to control” в данном контексте — “управлять”. Строго говоря, “ИВЛ с контролируемым объемом” означает, что респиратор снабжен волномером [Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. — М., 1997. — С.292].»

можем только один из трёх, но, как только мы меняем один параметр, меняются два других. \*

Примеры:

Мы увеличили объём вдоха. Во-первых, это возможно сделать, увеличив поток, или время вдоха, или и то, и другое; во-вторых, вырастет давление.

Мы увеличили поток – возрастает объём и давление.

Мы увеличили давление – возрастает объём и поток.

Мы увеличили потоковое время вдоха – возрастает объём и давление.

### Как аппарат ИВЛ выполняет свою главную миссию – управляет вдохом?

**Control** – управление параметрами вдоха.

**Control Variable** – управляемая переменная или управляемый параметр.

В аппаратах ИВЛ существует программа, управляющая параметрами вдоха, – **Control**.

Тот параметр, которым управляет **Control**, называются **Control Variable** – управляемая переменная или управляемый параметр – это или объём вдоха – **Tidal volume**, или давление, обеспечивающее вдох, – **Inspiratory pressure**, или поток вдоха – **Inspiratory flow**. Способ управления аппаратом ИВЛ называют в зависимости от того, каким из параметров (**Control Variable**) мы управляем.

**Volume controlled ventilation (VCV)** – способом управления является изменение дыхательного объёма (**Tidal volume**).

**Flow controlled ventilation (FCV)** – способом управления является изменение потока (**Inspiratory flow**).

**Pressure controlled ventilation (PCV)** – способом управления является изменение давления (**Pressure**), времени вдоха (**Inspiratory flow time**).

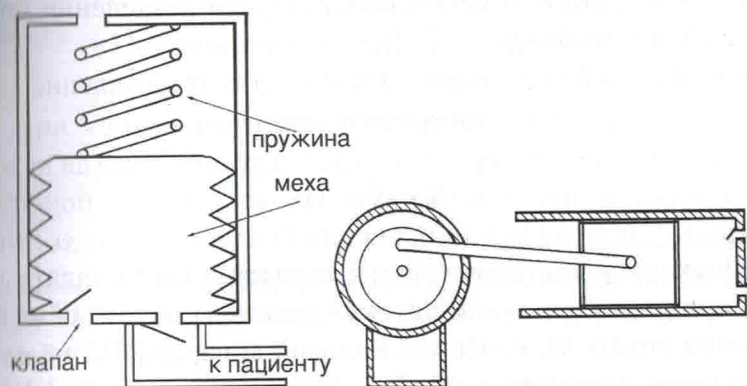
\*О времени поговорим отдельно, в данном рассуждении важно понимать, что объём – это произведение потока на Время и, меняя объём, мы меняем один или оба из этих параметров.

**Dual controlled ventilation** – так называют «интеллектуальную» программу управления, когда, например, для получения заданного объёма аппарат, работающий в режиме **PCV**, меняет давление и длительность вдоха. Существуют «интеллектуальные» программы, которые пытаются перенастроить аппарат за время одного вдоха, и программы, выполняющие перенастройку за несколько вдохов.

### Volume controlled ventilation (VCV)

#### Управление объёмом

Это самый старинный, традиционный способ искусственной вентиляции легких. Сохранились рисунки и гравюры девятнадцатого века, изображающие мех, типа кузнечных, специально изготовленных и применявшихся для спасения человеческих жизней. Большинство аппаратов ИВЛ старшего поколения в качестве устройства доставляющего вдох пациенту, имели мех или цилиндр с поршнем.



Современные аппараты ИВЛ для дозирования и доставки дыхательного объёма (**Tidal volume**) имеют более сложные устройства с электронным управлением, но без ущерба для понимания основных принципов можно представить себе большой цилиндр с поршнем, наподобие шприца Жане.

**Flow controlled ventilation (FCV)****Управление потоком**

Каждое утро, умываясь, вы открываете водопроводный кран и регулируете поток (**Flow**). Принцип управления потоком в аппарате ИВЛ такой же, только кран очень точный, имеет электронное управление и называется «клапан вдоха». Теперь представьте, что вы наполняете стакан: из крана идет поток, но, пока стакан наполнится, пройдет некоторое время. Как мы уже говорили, поток – это скорость изменения объема. Для того, чтобы поток (**Flow**) превратился в дыхательный объем (**Tidal volume**), мы должны умножить его на время (**Inspiratory flow time**).

**Объединение понятий VCV и FCV**

Практика ИВЛ привела потребителей и производителей аппаратов к убеждению о нецелесообразности разделения понятий **VCV** и **FCV** вот почему:

Объем и поток жестко связаны. Объем – это произведение потока на время вдоха.

$$V_T = \dot{V} \times T_i$$

Поскольку одним потоком параметры вдоха задать невозможно, при управлении «по потоку» всегда задаётся время вдоха. Получается объем. И, наоборот, никакой аппарат ИВЛ не «впихивает» в пациента дыхательный объем мгновенно. Аппарат ИВЛ – это вам не граната. А если объем входит в легкие постепенно, – значит есть поток и время вдоха. Для удобства пользователя эти два варианта управления объединены в понятие «управление вдохом по объёму» – **Volume controlled ventilation (VCV или VC)**. Сейчас мы говорим только о способе управления вдохом, а не о режимах ИВЛ.

**Pressure controlled ventilation (PCV или PC)****Управление давлением**

Когда аппарат ИВЛ управляет вдохом «по давлению», он реагирует на показания манометра и открывает клапан вдоха настолько, насколько нужно для поддержания заданного давления в контуре аппарата ИВЛ. При таком способе управления вдохом дыхательный объем (**Tidal volume**) будет зависеть от величины давления и от времени вдоха с одной стороны и от **Resistance** и **Compliance** (сопротивления дыхательных путей и податливости легких и грудной клетки) – с другой. Важно помнить, что при окклюзии или перегибе интубационной трубки, аппарат ИВЛ будет честно создавать заданное давление, а потока не будет, и вдоха не случится.

**Сравним****Volume controlled ventilation**

и

**Pressure controlled ventilation**

При **Volume controlled ventilation (VCV)** аппарат ИВЛ, не смотря ни на какие обструктивные и рестриктивные изменения в респираторной системе, за установленное время вдвухает в легкие пациента заданный объем (**Tidal volume**). Графические отображения вдоха при управлении потоком и при управлении объёмом одинаковые. При **VCV** есть угроза критического повышения давления в дыхательной системе.

При **Pressure controlled ventilation (PCV)** аппарат ИВЛ в течение времени вдоха (**Inspiratory flow time**) поддерживает заданное давление в дыхательных путях и не беспокоится о том, какой дыхательный объем (**Tidal volume**) был доставлен пациенту. При **PCV** мы рискуем недодать минутный объем вентиляции в случае повышении резистанс и/или снижения комплайнс.

### 3.20 «Proportional pressure support» «PPS» и «Proportional assist ventilation» «PAV»

Смысл названия – «Пропорциональная поддержка давления». Этот режим есть на аппаратах фирмы Dräger серии Evita XI и на более новых моделях, на аппаратах фирмы Phillips V60 и V680 (ранее Respirationics «Vision») и на аппаратах фирмы Medtronic PB 840 и следующих, более современных моделях.

Режим ИВЛ создан на основе режима «Pressure support ventilation» «PSV». Как и «PSV», этот режим управляем по давлению, вдох включается пациентом, а переключение на выдох выполняется по потоку (pressure controlled, patient triggered, pressure limited, and flow cycled). Отличие в том, что давление поддержки (support pressure) для каждого вдоха устанавливает аппарат ИВЛ, исходя из результатов флоуметрии. Главная цель создателей режима была сделать поддержку, адекватной потребностям пациента. Для создания этих режимов был использован логический принцип управления Servo Control. Принцип Servo Control изменяет параметры вентиляции в соответствии с меняющимися вводными. Пример Servo Control – это гидроусилитель руля в автомобиле: чем сильнее крутишь тем больше помощь.

Логика и концепция этого режима похожи на режим «NAVA». В режимах NAVA, PPS, PAV решается задача оказывать респираторную поддержку пропорционально потребностям пациента. В режиме NAVA аппарат ИВЛ создаёт давление поддержки (support pressure) пропорционально величине электрического импульса, генерируемого дыхательным центром. В режимах PAV и PPS аппарат ИВЛ оценивает усилие пациента во время каждого вдоха и создаёт давление поддержки (support pressure) исходя из результатов мониторинга дыхательной активности пациента. В этом главное различие между NAVA и PPS для того, чтобы эффективно работал режим NAVA у пациента должна быть сохранна функция дыхательного центра в стволе мозга и проводимость по диафрагмальному нерву, а для того, чтобы эффективно работали режимы PPS и PAV у пациента должна быть

сохранна функция дыхательного центра в стволе мозга, проводимость по диафрагмальному нерву и **активность дыхательной мускулатуры**. Это значит, что для пациентов со слабостью дыхательной мускулатуры (атрофия, миастения, и т. д.) режимы PAV и PPS неприменимы.

Автор-разработчик режима «PPS» Magdy Younes исходил из того, что во время вдоха усилие пациента можно разделить на две составляющие. Первая составляющая – это преодоление сопротивления дыхательных путей потоку вдоха (resistance). Вторая составляющая – это преодоление упругости респираторной системы (elastance). Magdy Younes создавал концепцию этого режима исходя из возможности мониторинга потока создаваемого пациентом во время вдоха. Для того чтобы оказывать пропорциональную поддержку в режимах PPS и PAV аппарат ИВЛ должен «знать» в каждый момент какой поток создает пациент и какой дыхательный объём уже доставлен пациенту благодаря собственным усилиям пациента. Напомним, что объём – это площадь под кривой потока.

В данном режиме аппарат ИВЛ использует скорость изменения потока и объём вдоха для определения потребности пациента в респираторной поддержке. Чем больше усилие пациента на вдохе, тем больше аппаратная поддержка. Таким образом, аппарат ИВЛ компенсирует избыточную нагрузку на дыхательную мускулатуру, снижая её до нормальных значений.

Теперь нужно объяснить чем отличается PPS на аппаратах Dräger и Phillips от режима PAV+ на аппаратах «PB» фирмы Medtronic.

#### Особенности PPS на аппаратах Dräger

Условием работы PPS на аппаратах Dräger является отсутствие утечек (герметичность контура и использование трубок с герметизирующими манжетками).

В режиме PPS врач ставит аппарату задачу из двух составляющих: поддержка **объёма** и поддержка **потока**. Поддержка объёма и потока настраиваются отдельно. Поддержка объёма VA (volume assist) оказывается аппаратом в миллибарах на литр доставленного объёма (mbar/L). Уровень поддержки от нуля до 100мбар на литр. Поддержка потока FA (flow assist) оказывается аппаратом в миллибарах

на литр в секунду, к потоку вдоха создаваемого пациентом (mbar/L/sec). Уровень поддержки от нуля до 100мбар на литр в секунду. В результате аппарат рассчитывает **давление** поддержки. Чтобы оценить свойство вдоха пациента, аппарат анализирует результаты флуометрии. Для определения необходимого уровня давления поддержки аппарат сопоставляет и обрабатывает 6 вводных параметров.

Свойства вдоха пациента:

1. скорость изменения потока
2. актуальный доставленный объём в каждый момент вдоха

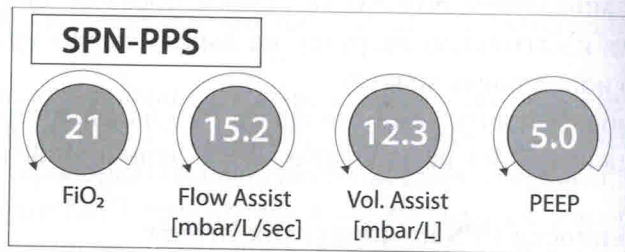
Свойства дыхательной системы пациента:

3. резистанс
4. комплайнс

Задачи поставленные врачом:

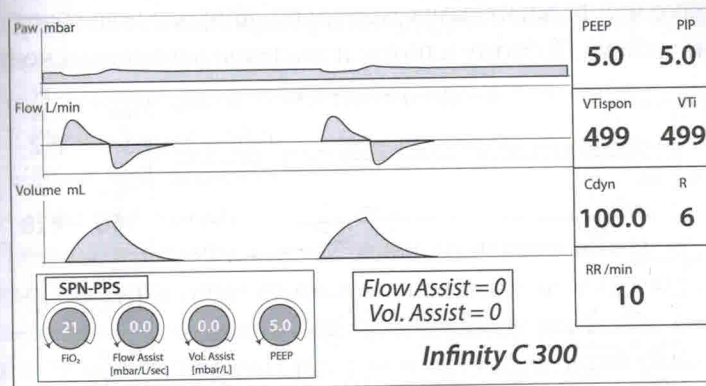
5. VA (volume assist) mbar/L/sec
6. FA (flow assist) mbar/L

Так выглядит панель управления на аппаратах Dräger при включении режима PPS

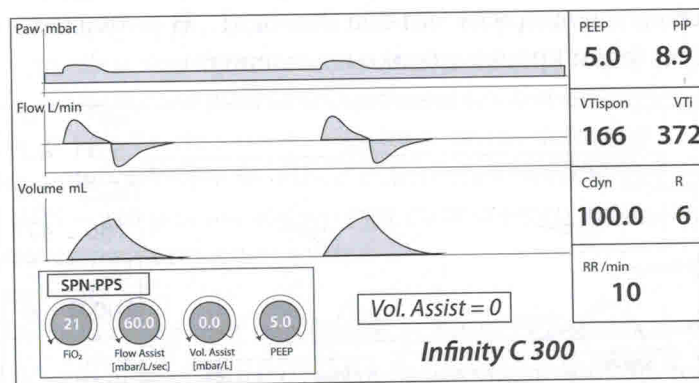


Для того чтобы лучше понять как работает режим PPS аппаратах Dräger мы рекомендуем Вам на сайте [www.draeger.com](http://www.draeger.com) скачать или запустить online симулятор аппарата ИВЛ. Эти симуляторы позволяют моделировать свойства пациента и работу аппарата ИВЛ. Мы выбрали симулятор аппарата Evita 300 и установили свойства нормального пациента с хорошим усилием вдоха и частотой 10 вдохов в минуту. В окне цифрового мониторинга (второе сверху) вы видите спонтанный вдох пациента (VTispon) составляет 499мл. В качестве

спонтанного теста мы установили нулевую поддержку потока и давления. В результате мы получили CPAP. Аппарат поддерживает постоянное давление в дыхательных путях равное установленному PEEP. Аппарат ничего не добавляет к спонтанному вдоху пациента. VTispon = VTi = 499 ml. Величина суммарный дыхательный объём не отличается от спонтанного.

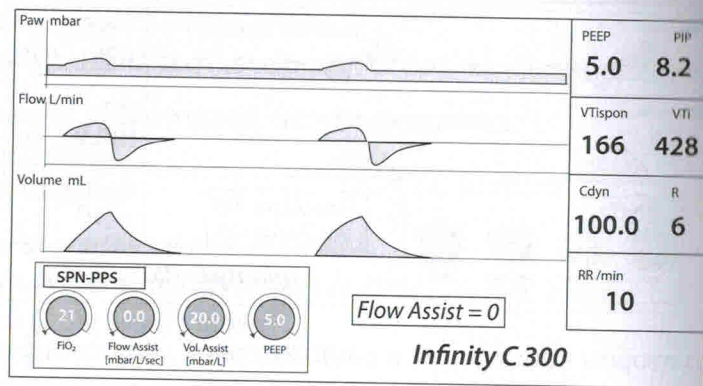


Во втором примере мы в компьютерной модели пациента снизили собственное усилие вдоха. Теперь пациент вдыхает самостоятельно только 166 мл. Посмотрим что изменится если мы используем только поддержку потока (FA). Мы установили поддержку 60mbar/L/sec. Поддержка объёма не активна (VA = 0). В результате мы получили кривые потока похожие на кривые в первом примере.

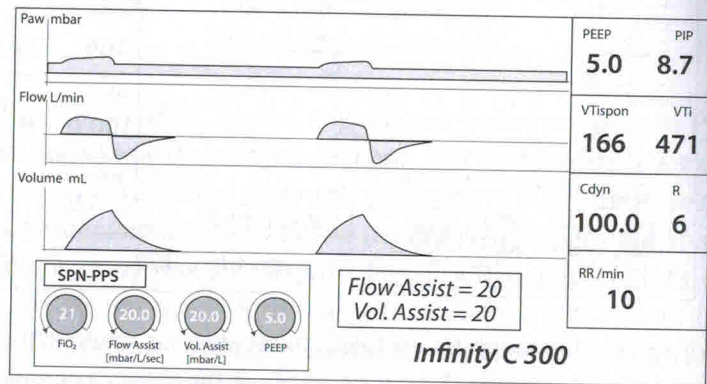


В третьем примере в компьютерной модели пациента собственное усилие вдоха снижено. Как и во втором примере пациент вдыхает

самостоятельно только 166 мл. Теперь посмотрим что будет если использовать только поддержку объёма (VA). Мы установили поддержку 20mbar/L. Поддержка потока не активна (FA = 0). В результате мы получили кривые потока непохожие на кривые в первом примере. Это соответствует программе аппарата на каждый миллилитр объёма который вдохнул пациент самостоятельно, аппарат повышает давление на 0,02 миллибара. Поэтому и поток и давление нарастает к концу вдоха



В четвертом примере собственное усилие вдоха пациента снижено. Как во втором и третьем примере пациент вдыхает самостоятельно только 166 мл. Чтобы посмотреть что дает одновременно поддержка потока (FA) и объёма (VA), мы установили поддержку потока 20mbar/L/sec и поддержку объёма 20mbar/L. В результате мы получили новую форму кривых потока и давления.



Задача адекватной настройки ИВЛ решается в том случае, если врач установит поддержку потока или FA (flow assist) в соответствии сопротивлением (резистанс) дыхательных путей пациента и поддержку объёма или VA (volume assist) в соответствии с комплаинсом дыхательной системы пациента.

Предположим аппарат регистрирует слабый вдох пациента.

Возможные причины:

1. Пациенту достаточно такого вдоха.
2. Низкий комплаинс.
3. Высокий резистанс.
4. Пациент устал.

Только в первом случае вмешательство врача не нужно. В остальных вариантах врач должен заметить проявления недостаточной поддержки вдоха и изменить настройки. Если данные о комплаинс и резистанс не соответствуют реальной ситуации, возможны ошибки.

Когда аппарат регистрирует энергичное начало вдоха пациента возможно, что:

1. Пациент реализует потребность в улучшении газообмена.
2. Снизился резистанс.
3. Увеличился комплаинс.

И в этом случае ошибки в определении комплаинс и резистанс приведут к неадекватной ИВЛ.

Таким образом, для того, чтобы хорошо настроить режим PPS, врач должен подобрать оптимальные уровни поддержки объёма и потока (это делается поэтапно, методом проб и ошибок). Измерить комплаинс и резистанс можно только у релаксированного пациента в режиме принудительной ИВЛ с использованием инспираторной паузы, а PPS – это режим поддержки спонтанного дыхания. Поэтому используются расчетные показатели.

Всё так непросто...

Самыми опасными ошибками режима PPS являются:

1. Уменьшение или отказ от поддержки давлением утомлённого, ослабленного пациента. Такова логика режима: чем меньше инспираторная попытка, тем меньше поддержка, и наоборот.



Название режима честно сообщает нам об операционной логике. Пропорциональная поддержка давлением или «**Proportional pressure support**».

2. На фоне снижения резистанс или повышения compliance зарегистрировав увеличение потока и объёма во время инспираторной попытки пациента, аппарат может очень сильно «вдуть» пациенту.

При использовании режима PPS очень важно выставить параметры «арное ventilaton» и границы тревог по давлению дыхательному и минутному объёмам вентиляции.

### Особенности PPS на аппаратах Phillips V60 и V680 (ранее Respironics «Vision»)

На этих аппаратах (V60 и V680) предусмотрена возможность использования режима PPS у пациентов при ИВЛ через маску. При этом о точном мониторинге резистанса и эластанса говорить не приходится (утечки не позволяют). Конструкторы аппарата создали программу, которая на основе динамики измеряемых давления, потока и доставленного пациенту объёма производит расчёты резистанса и эластанса. Напомним, что эластанс – это величина обратная complianc. В этой модификации режима PPS врач устанавливает в настройках максимальные значения «Max E» (эластанса) и «Max R» (резистанса) для данного пациента. Также при настройке режима PPS аппарата V60 устанавливают максимальные значения для дыхательного объёма «Max V» и давления вдоха «Max P». На этих аппаратах врач задает один параметр величины поддержки вдоха пациента в процентах – это PPS%. В зависимости от того какие значения «Max E» (эластанса) и «Max R» (резистанса) установил врач при настройке режима, аппарат оказывает поддержку потоку и объёму.

### Трудности для понимания режима PPS

1) режим PPS создан на основе режима PSV – то есть главный способ изменить параметры ИВЛ – это менять давление поддержки (PS).

2) при настройке режима мы устанавливаем уровень поддержки **объёма** – VA (volume assist).

3) при настройке режима мы устанавливаем уровень поддержки **потока** – FA (flow assist).

*Сразу возникает вопрос: если режим управляем по давлению, каким образом происходит поддержка объёма и, тем более, потока?*

Начнем с объёма. Вспомним статическую кривую объём-давление. Эта кривая характеризует упругие свойства респираторной системы (комплаинс и эластанс) и показывает какое давление нужно приложить, чтобы в систему вошел соответствующий объём. Комплаинс – это отношение объёма к давлению, а эластанс – это отношение давления к объёму. Если известен complianc респираторной системы, то можно рассчитать какое давление аппарат должен создать в дыхательном контуре, чтобы доставить пациенту предписанную часть объёма вдоха.

Когда мы обсуждаем поток в трубке мы должны вспомнить закон Ома.  $F=P/R$  Поток прямо пропорционален давлению и обратно пропорционален сопротивлению. Если известно сопротивление дыхательных путей и поток создаваемый пациентом, то можно рассчитать какое давление аппарат должен создать в дыхательном контуре, чтобы обеспечить предписанное увеличение потока. Поскольку расчеты сложны и порой недостоверны врачи используют метод «проб и ошибок», постепенно подбирая оптимальные параметры ИВЛ.

В зависимости от того какие уровни поддержки **объёма** и поддержки **потока** установил врач при настройке режима PPS, аппарат будет менять **давление** поддержки (PS) учитывая результаты мониторинга текущего вдоха.

**Резюме по режиму PPS:** Замечательная концепция, которая нашла блистательное развитие в режиме NAVA описанном в предыдущей главе и в режиме PAV+, который мы опишем дальше. При использовании режима PPS, от врача требуется глубокое понимание механики дыхания, клинический опыт и умение «почувствовать пациента». Этот режим требует от врача терпения, времени, и готовности вдумчиво подбирать параметры вентиляции учитывая состояние пациента.