

ИВЛ



- Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) – метод протезирования внешнего дыхания – доставки свежей газовой смеси в альвеолы и удаление использованной из лёгких.
- В настоящее время единственным эффективным способом ИВЛ является «ИВЛ методом вдувания». Разновидностью этого метода является осцилляторная вентиляция, используемая при высокочастотной ИВЛ (ВЧ ИВЛ

Положительные эффекты ИВЛ

- 1. Повышает эффективность оксигенации крови;
- 2. Восстанавливает вентиляцию ателектазированных и гиповентилируемых участков легочной паренхимы с нормализацией соотношения вентиляция/ кровоток;
- 3. Дает возможность аспирационной эвакуации мокроты с использованием «слепой» или бронхоскопической санации бронхиального дерева;
- 4. Исключает или существенно уменьшает затраты энергии на естественную вентиляцию легких, при:
 - - неблагоприятных условиях функционирования дыхательных мышц из-за изменения механических характеристик системы «грудная клетка/легкие»
 - - несостоятельности дыхательных мышц в связи с патологией нервной регуляции акта дыхания, мионеврального синапса или обмена веществ в самих мышцах.

Негативные эффекты от ИВЛ

- нарушается присасывающее действие грудной клетки;
- затрудняет легочный кровоток за счет сдавления легочных капилляров;
- перерастяжение легких и повышение давления в правом предсердии способствует водно-электролитным расстройствам за счет рефлекторной стимуляции выброса АДГ и альдостерона;
- «монотонная» ИВЛ фиксированным ДО приводит к уменьшению растяжимости легких;
- при «монотонной» ИВЛ, фиксированным ДО, нарушается распределение газа в легких;
- имеется возможность повреждения легочной паренхимы в связи с высоким пиковым давлением на вдохе либо избыточно высоким ДО;
- Через несколько суток ИВЛ, закономерно развивается нозокомиальная пневмония;
- вследствие выключения кашлевого и мукоциллиарного механизмов очищения бронхиального дерева ухудшается дренаж бронхиол.

Общие показания к искусственной вентиляции легких у пациентов в ОРИТ

Клинические признаки	Показатели
Характер дыхания	Апноэ, патологические ритмы дыхания, тахипноэ более 40 в минуту
Клиническая картина	Спутанность сознания, повышенная влажность кожных покровов, цианоз, артериальная и венозная гипертензия, стойкая тахикардия.
МОД	Прогрессирующее увеличение
ЖЕЛ	Прогрессирующее снижение (до 12 мл/кг)
Объем форсированного выдоха	Ниже 10 мл/кг
Разрежение при вдохе из герметичной маски	Менее 25 см H ₂ O
Растяжимость легких	Менее 60 мл/см H ₂ O
Сопротивление дыхательных путей	Более 13 см H ₂ O/лхс ⁻¹
vd/vt	Более 0,6
PaO ₂	Прогрессирующее снижение (ниже 70 мм рт. ст. при FiO ₂ = 1,0)
PaO ₂ / FiO ₂	Ниже 200
D(A-a)O ₂ при R02=1,0	Более 350
PaCO ₂	Прогрессирующее снижение (ниже 25 мм рт. ст.) или повышение (более 50 мм рт. ст.)

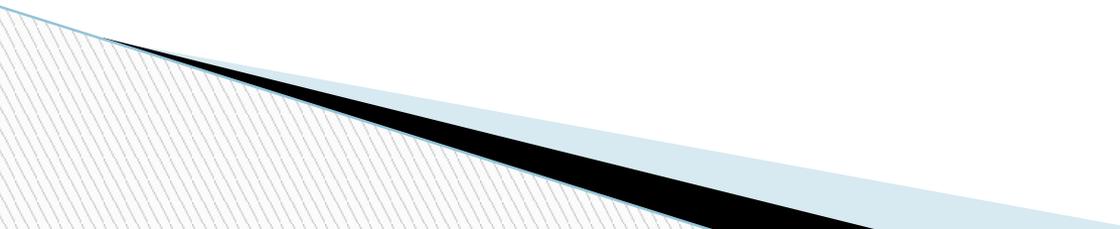
УСЛОВИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИВЛ

1. надежное и минимально травматичное подключение больного;
2. соединение нижних дыхательных путей больного с аппаратом ИВЛ;
3. выбор оптимального метода и режима ИВЛ;
4. приемлемая адаптация больного к аппарату ИВЛ и отсутствие «борьбы больного с респиратором»;
5. подбор оптимальной по составу газовой смеси и ее кондиционирование;
6. полноценный оперативный контроль за состоянием пациента и рациональный уход за ним;
7. своевременный перевод на самостоятельное дыхание по мере разрешения осложнения и стабилизации легочного газообмена.

Показания к ИВЛ

- Перевод на ИВЛ должен осуществляться в период субкомпенсации.

Для чего?

- предотвращение срыва компенсаторных механизмов спонтанного дыхания
 - лучшая оксигенацию и более эффективное лечение основного заболевания
 - современные аппараты и режимы ИВЛ способны обеспечить более безопасную и эффективную вентиляцию, чем респираторы ранних поколений, а также позволяют минимизировать отрицательные эффекты ИВЛ
- 

Клинические показания к ИВЛ

- Апноэ или брадипноэ (< 10 в минуту).
- Тахипноэ > 30 в минуту.
- Гипоксическое нарушение или угнетение сознания.
- Поверхностное дыхание, аускультативное распространение зон «немых легких» у пациентов с тяжелой рестриктивной или обструктивной патологией (например, астматический статус).
- Избыточная работа дыхания, истощение (усталость) основных и вспомогательных дыхательных мышц.
- Прогрессирующий цианоз и влажность кожных покровов.
- Кома любого генеза с нарушением глотательного и кашлевого рефлекса.
- Тяжелый шок, нестабильность гемодинамики.
- Черепно-мозговая травма с признаками нарушения дыхания или сознания.
- При тяжелой травме грудной клетки и легких.
- Повторяющийся судорожный синдром, требующий введения миорелаксантов или больших доз седативных препаратов.
- Прогрессирующая тахикардия гипоксического генеза.
- Прогрессирующий альвеолярный отек легких.
- Остановка эффективной сердечной деятельности.

Лабораторно-инструментальные показания к ИВЛ

- ▣ Прогрессирующая гипоксемия, рефрактерная к кислородотерапии.
- ▣ $P_{aO_2} < 60$ мм рт.ст. (< 65 мм рт.ст. при потоке кислорода более 5 л/минуту).
- ▣ $SaO_2 < 90$ %.
- ▣ $P_{aCO_2} > 55$ мм рт.ст. (у больных ХОЗЛ > 65 мм рт.ст.).
- ▣ ЖЕЛ < 15 мл/кг.

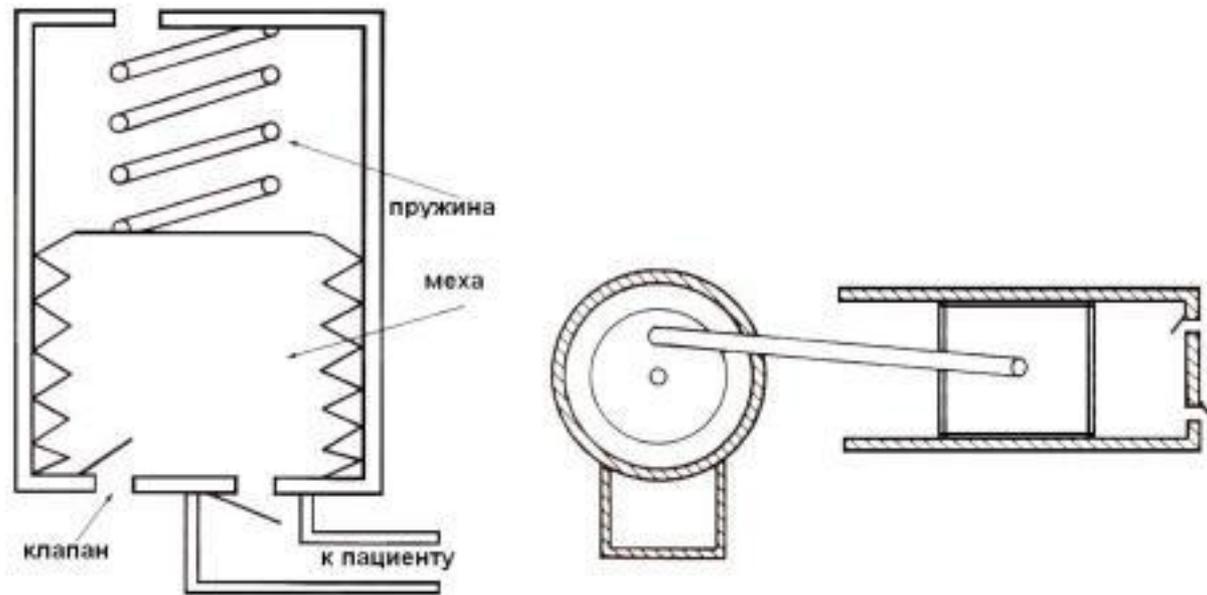
Варианты управления режимами вентиляции:

- ▣ **Volume controlled ventilation (VCV)** – способ управления - изменение дыхательного объёма (**Tidal volume**).
- ▣ **Flow controlled ventilation (FCV)** – способ управления - изменение потока (**Inspiratory flow**).
- ▣ **Pressure controlled ventilation (PCV)** – способом управления является изменение давления (**Pressure**), времени вдоха (**Inspiratory flow time**).
- ▣ **Dual controlled ventilation** – так называют «интеллектуальные» программы 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)

- Традиционный, исторический метод ИВЛ
- Большинство аппаратов ИВЛ старшего поколения в качестве устройства доставляющего вдох пациенту, имели меха́ или цилиндр с поршнем.

Volume controlled ventilation (VCV)



Flow controlled ventilation (FCV)

- Поток – это скорость изменения объёма. Tidal volume=Flow*Inspiratory flow time

Pressure controlled ventilation (PCV или PC)

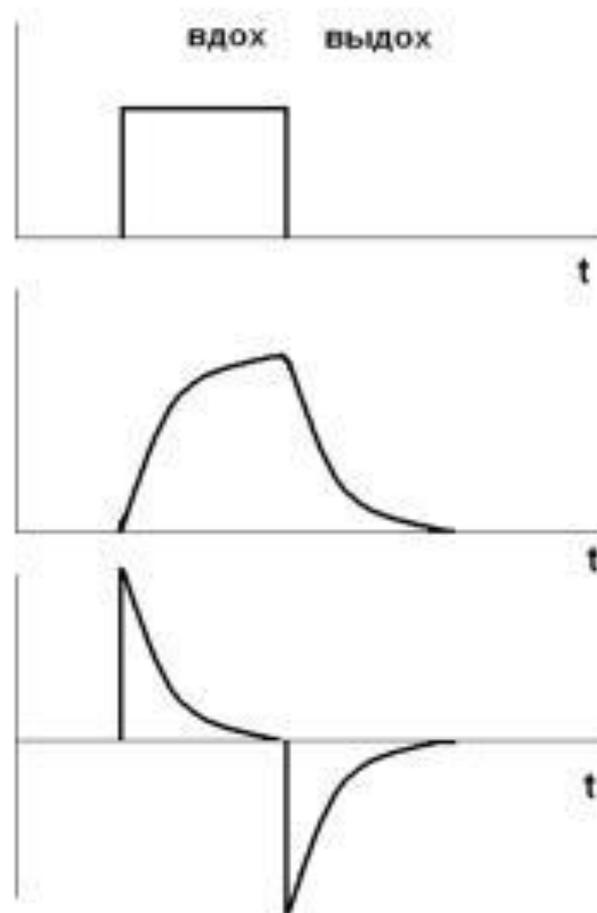
- При таком способе управления вдохом дыхательный объём (Tidal volume) будет зависеть от величины давления и от времени вдоха с одной стороны и от Resistance и Compliance (сопротивления дыхательных путей и податливости легких и грудной клетки) – с другой.

Сравнение графиков вдоха

Volume/Flow Control



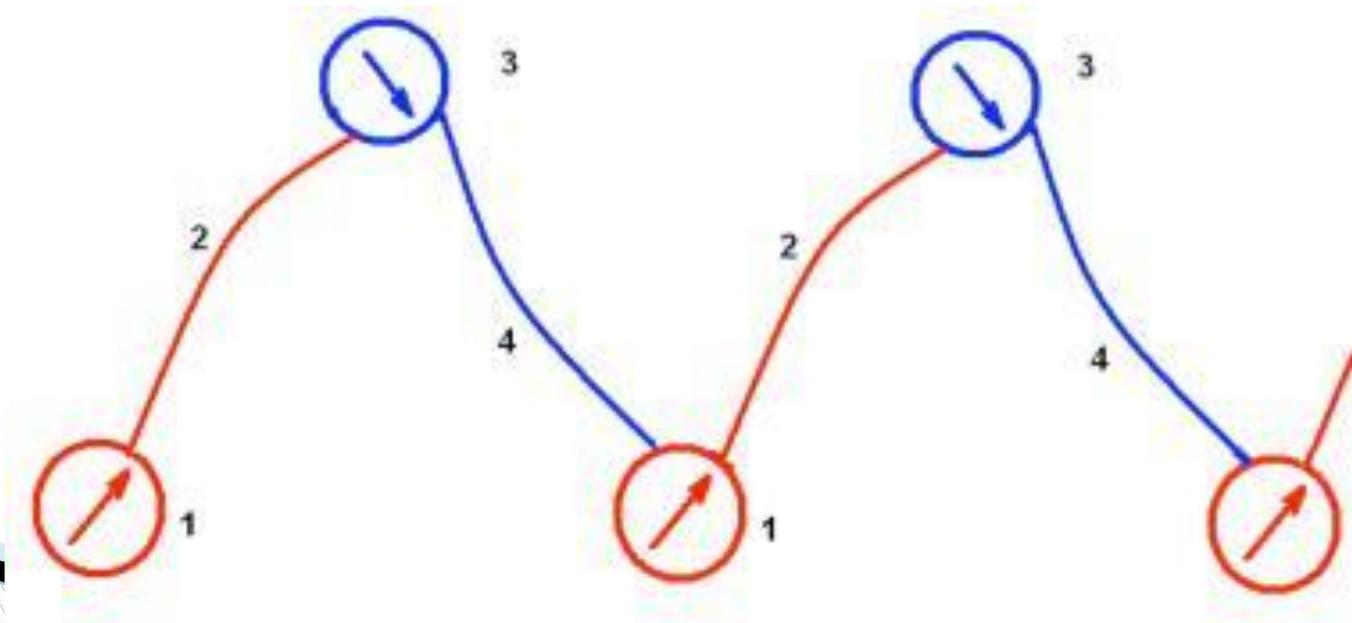
Pressure Control

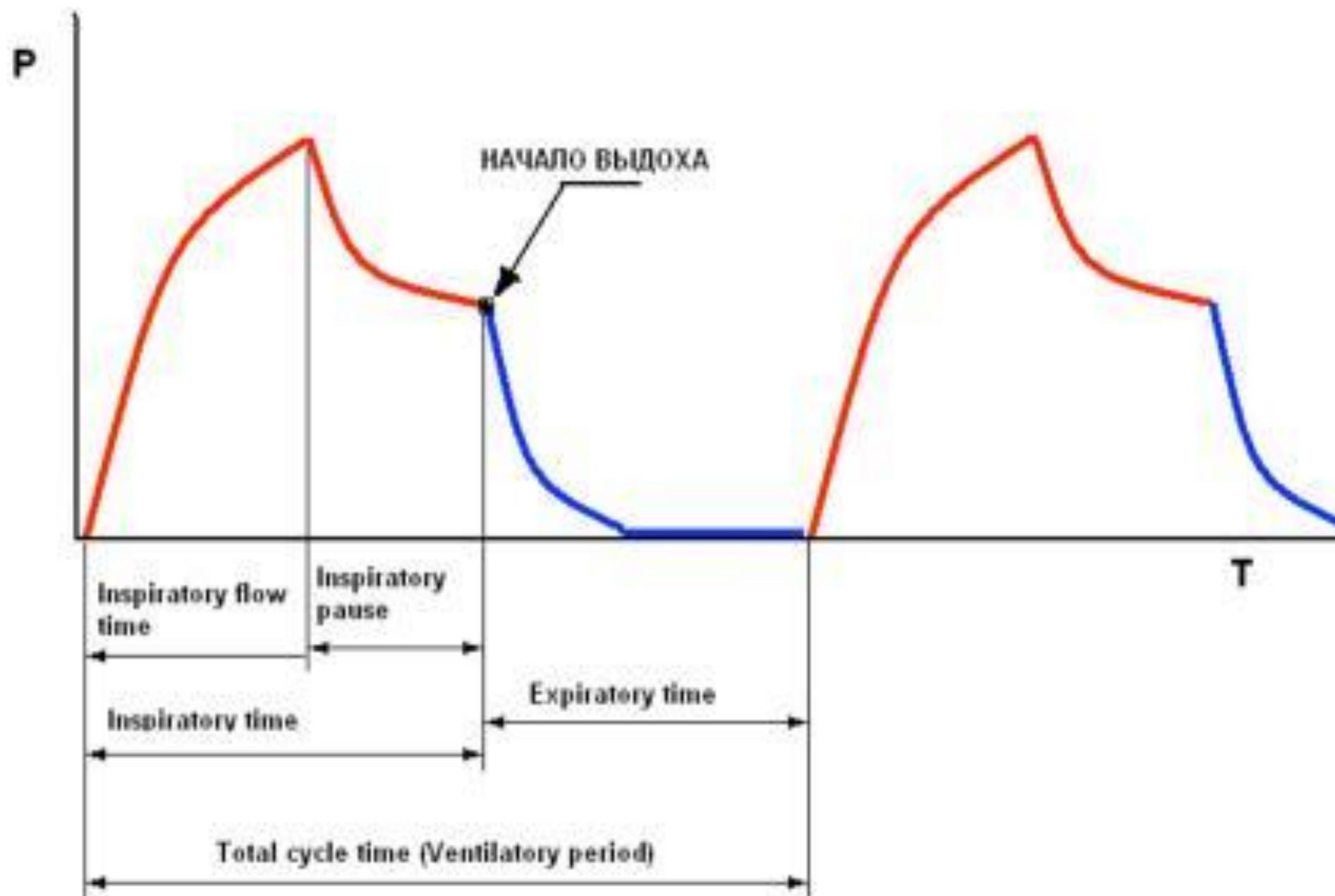


Фазы дыхательного цикла

Дыхательный цикл считается от начала одного вдоха до начала следующего

1. Переключение с выдоха на вдох (включение вдоха).(Trigger)
2. Вдох.(под контролем Limit)
3. Переключение с вдоха на выдох.(Cycle)
4. Выдох.(Baseline)





Phase Variables

Фазовыми переменными называют время, поток, давление и объём, когда эти параметры используются управляющими программами аппарата ИВЛ в качестве сигнала к действию. О каждой из фазовых переменных мы поговорим подробно ниже.

- ▣ **Время как фазовая переменная**

В большинстве аппаратов ИВЛ есть таймер (timer) – управляющие часы. Если мы установили частоту дыханий 12 в минуту, каждые 5 секунд аппарат будет начинать очередной вдох. Если мы установили длительность вдоха 1 секунду, то через секунду после начала вдоха произойдет переключение с вдоха на выдох.

- ▣ **Давление как фазовая переменная**

Падение давления в дыхательном контуре может использоваться как сигнал для включения аппаратного вдоха в ответ на дыхательную попытку пациента. Достижение предписанного давления может использоваться как сигнал переключения с вдоха на выдох.

- ▣ **Объём как фазовая переменная**

Наиболее часто используется как сигнал переключения с вдоха на выдох, когда пациенту доставлен предписанный дыхательный объём.

- ▣ **Поток как фазовая переменная**

Изменение потока может использоваться как сигнал для включения аппаратного вдоха в ответ на дыхательную попытку пациента. Уменьшение потока на вдохе может использоваться как сигнал для переключения с вдоха на выдох. Произведение потока на время – это объём.

Control variable

- ▣ **Управляемая переменная** указывает на способ управления вдохом. Аппарат ИВЛ управляет вдохом или создавая давление в дыхательных путях, или вдувая объём, или управляя потоком. Таков логический принцип работы аппарата ИВЛ. В каждый момент времени он управляет чем-то одним, хоть и при описании каждого вдоха даются как минимум время, поток, давление и объём.

Trigger

- В ИВЛ это пусковая схема, включающая вдох.

В настоящее время для включения вдоха могут быть использованы различные параметры:

- Время.
- Давление.
- Поток.
- Объём.
- Электрический импульс проходящий по диафрагмальному нерву.
- Сигнал с внутрипищеводного датчика давления.
- Сигнал получаемый за счёт изменения импеданса (электрического сопротивления) грудной клетки при начале вдоха и т.д.

Виды триггеров

- Time trigger- самый старый, просто по времени.
Резервный.
- Pressure trigger- срабатывание на падение давления в контурах аппарата
- Volume trigger- срабатывает на прохождение заданного объёма в дыхательные пути пациента
- Flow trigger – срабатывает на изменение потока через дыхательный контур пациента
- NAVA (Neurally Adjusted Ventilatory Assist)- распознающей нервный импульс, проходящий по диафрагмальному нерву к диафрагме. Датчик в желудочном зонде.

Пределные параметры вдоха (Limit variable)

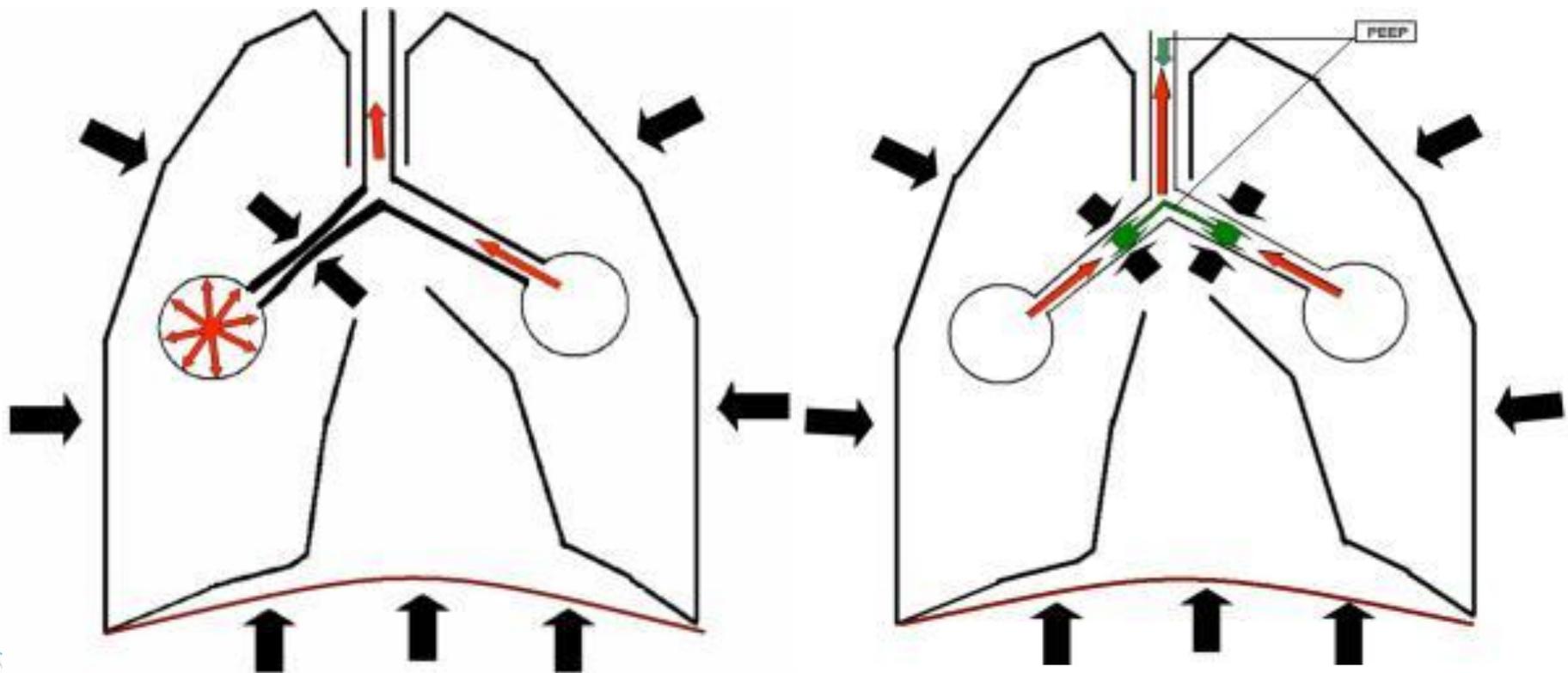
- Лимит- установка максимальной величины параметра во время вдоха.
- Limit не прекращает вдоха, а устанавливает верхнюю границу для давления, потока или объёма.
- Программа Control управляет объёмом, потоком или давлением и осуществляет вдох.
- Программа Limit ограничивает параметры вдоха: давление, поток и объём.

Cycle

- ▣ **Pressure Cycling** – переключение с вдоха на выдох «по давлению»: вдох идет до достижения порога давления, потом сразу выдох. (Аварийная система не дает повысить давление выше лимита)
- ▣ **Volume Cycling** – переключение с вдоха на выдох «по объёму»: Вдох до тех пор, пока объём, заданный аппарату ИВЛ, не пройдёт через управляющий клапан вдоха. Если после этого есть инспир. Пауза, то значит выставлено переключение вдох-выдох по времени
- ▣ **Flow Cycling** – переключение с вдоха на выдох «по потоку» - в режиме «Pressure support». В этом режиме параметр, управляющий вдохом, – давление (Pressure), и аппарат ИВЛ создаёт поток, обеспечивающий предписанное давление. Соответственно, поток начинается с высоких значений и снижается по экспоненте. Переключение с вдоха на выдох выполняется при значительном снижении потока.(+25% от пикового)
- ▣ **Time Cycling** – переключение с вдоха на выдох «по времени»: выдох начинается сразу после того, как истекло Inspiratory time или «время вдоха»

PEEP

- PEEP (ПДКВ - положительное давление конца выдоха), сделано против Air trapping



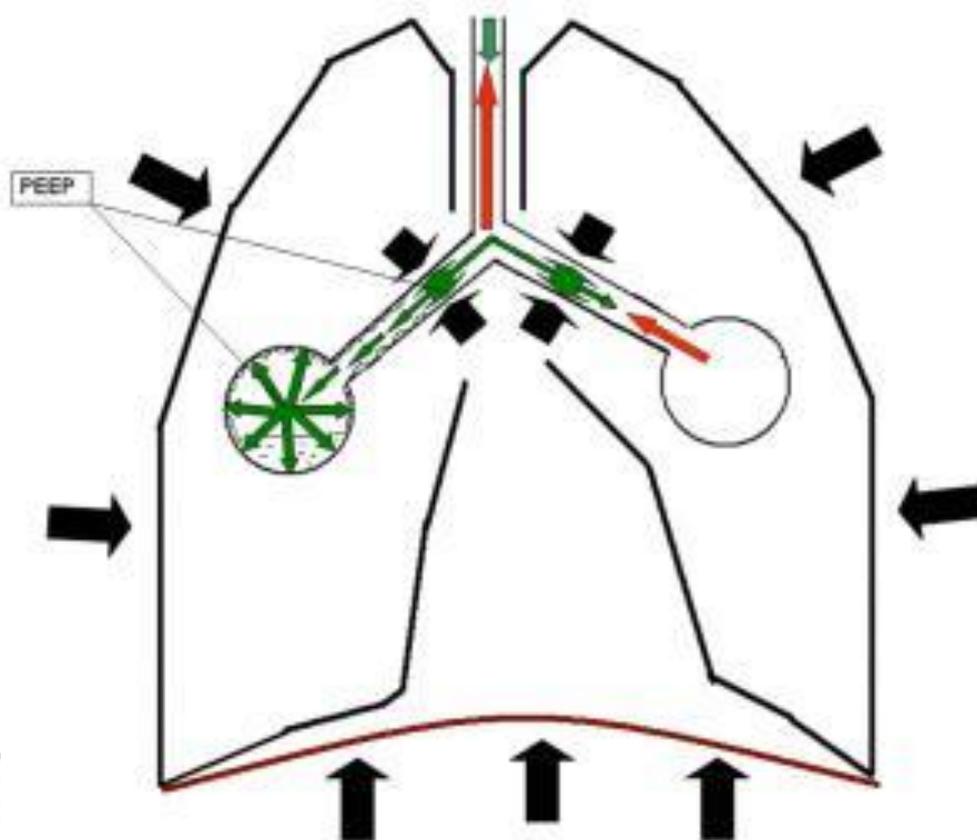
Без PEEP

С PEEP

Recruitment

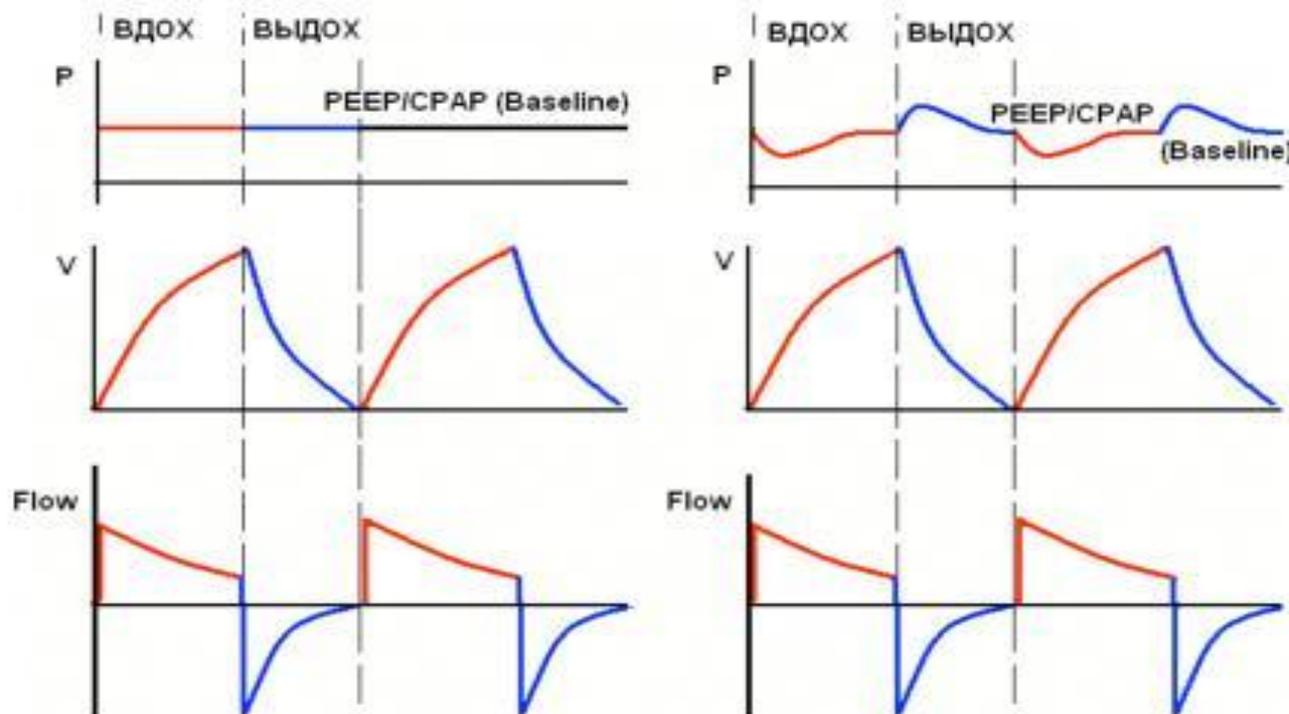
t

- Маневр, позволяющий с помощью РЕЕР расправить слипшиеся альвеолы за счет правильного подбора давления, РЕЕР и T_{in} (напр. При ОРДС)



CPAP

- constant positive airway pressure
(постоянное положительное давление в дыхательных путях)
- = Baseline pressure в других режимах(т.к. уже не const)

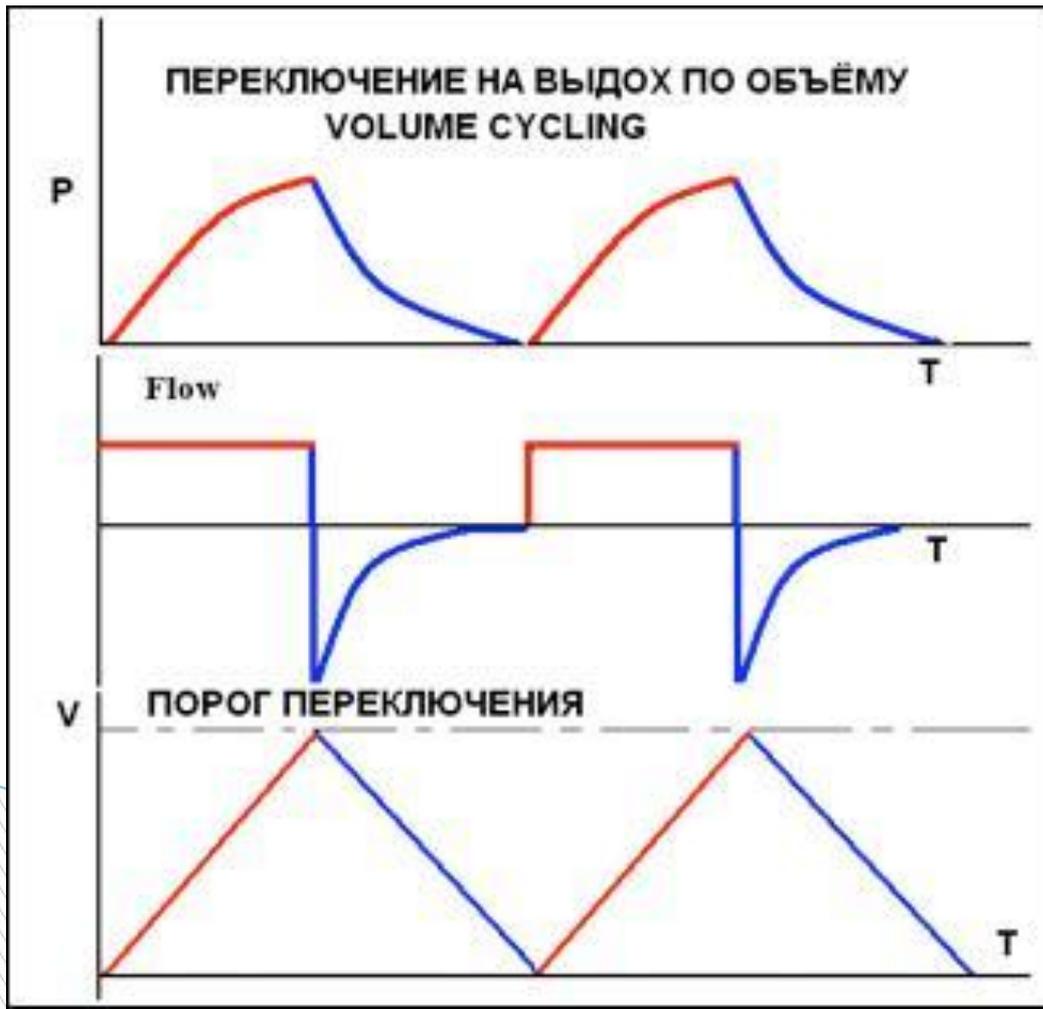


Общая схема работы

1. Программа «**Trigger**» включает программу «**Control**»
 2. Программа «**Control**» управляет вдохом.
 3. Программа «**Limit**» устанавливает границы.
 4. Программа «**Cycle**» завершает вдох и начинает выдох.
 5. Программа «**Baseline**» поддерживает нижний уровень давления на выдохе.
- 

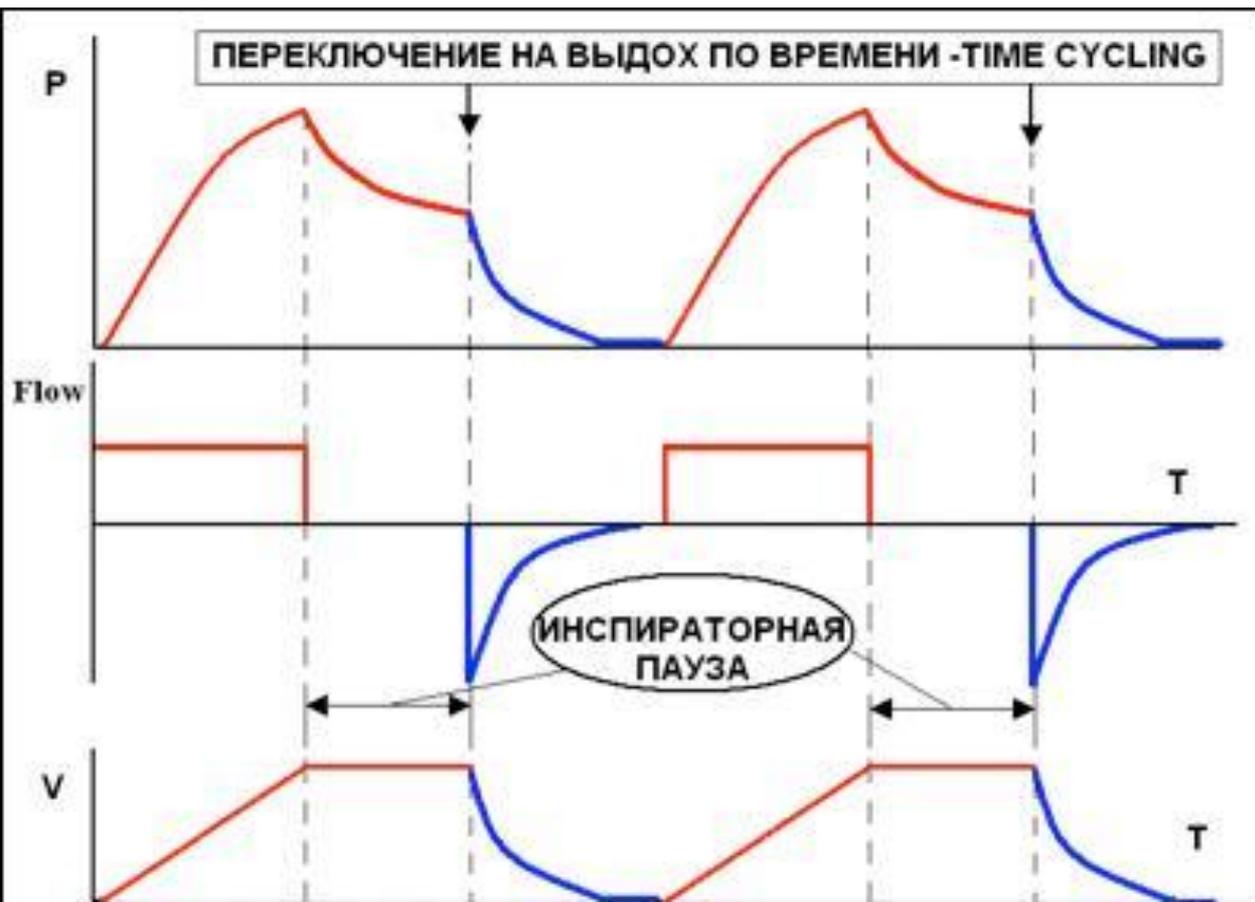
Volume controlled, Volume cycled ventilation

- Этот способ предполагает, что сразу после того, как пациенту доставлен дыхательный объём, аппарат ИВЛ переключается на выдох.



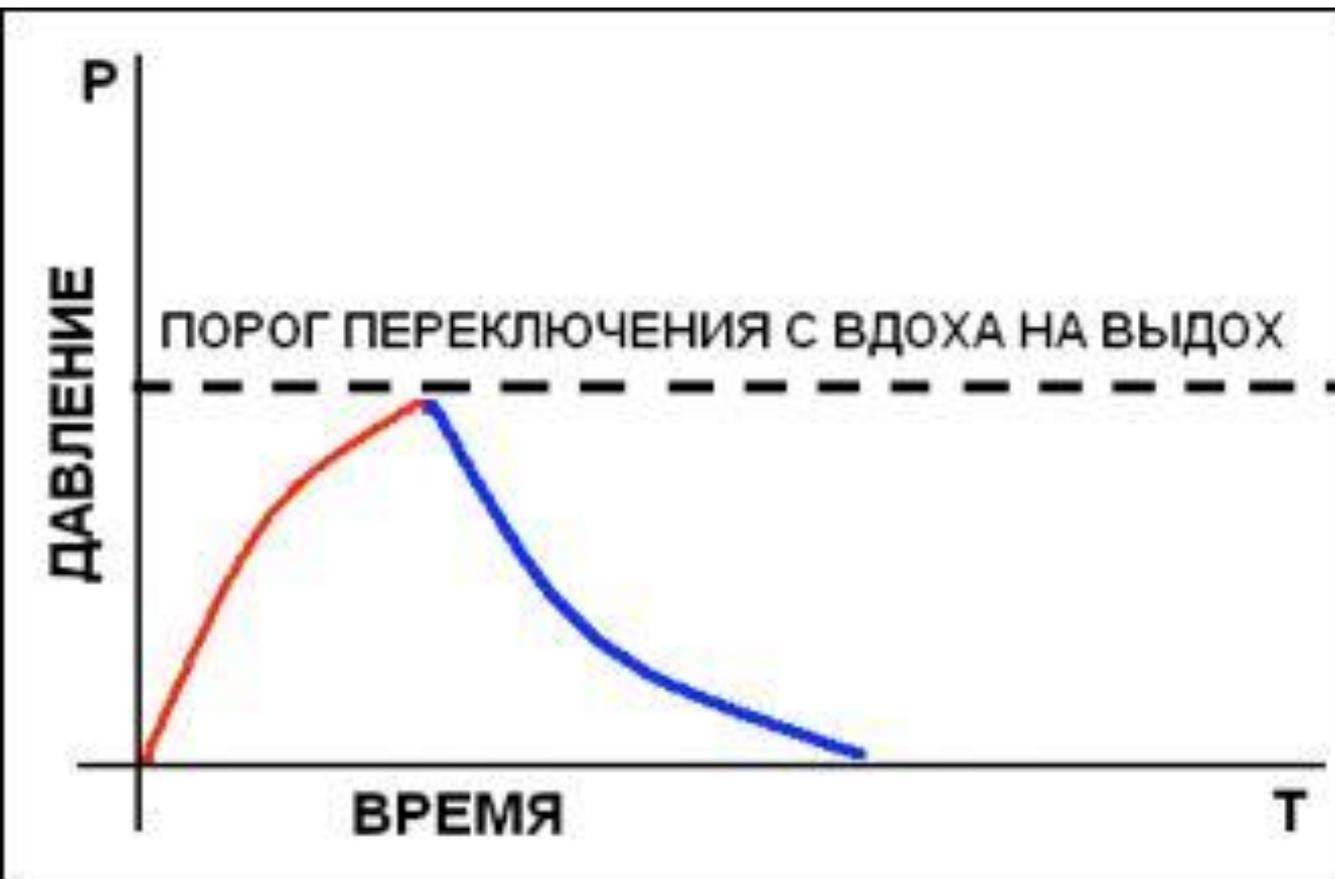
Volume controlled, Time cycled ventilation

- Этот способ предполагает, что после того, как пациенту доставлен дыхательный объём, аппарат ИВЛ выдерживает паузу (**Inspiratory pause**) и переключается на выдох только после того, как закончилось время вдоха (**Inspiratory time**)



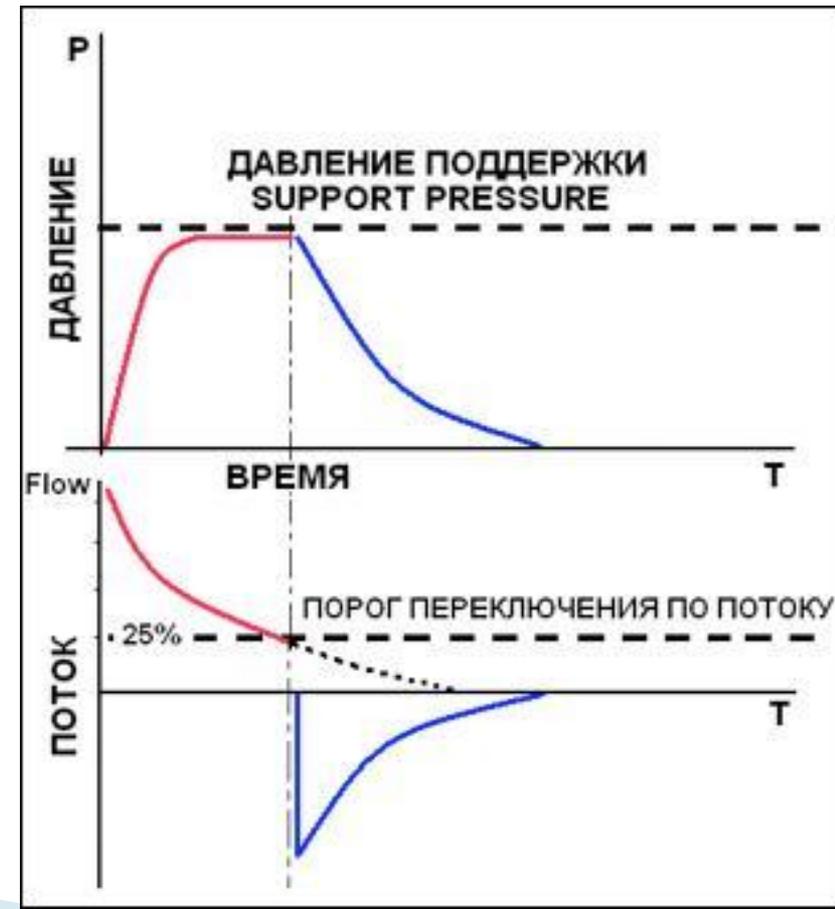
Pressure controlled, Pressure cycled ventilation

- при достижении уровня давления, соответствующего **Cycling pressure**, переключается на выдох. Это сочетание способа управления вдохом и способа переключения с вдоха на выдох для краткости обычно называют **Pressure cycled ventilation**



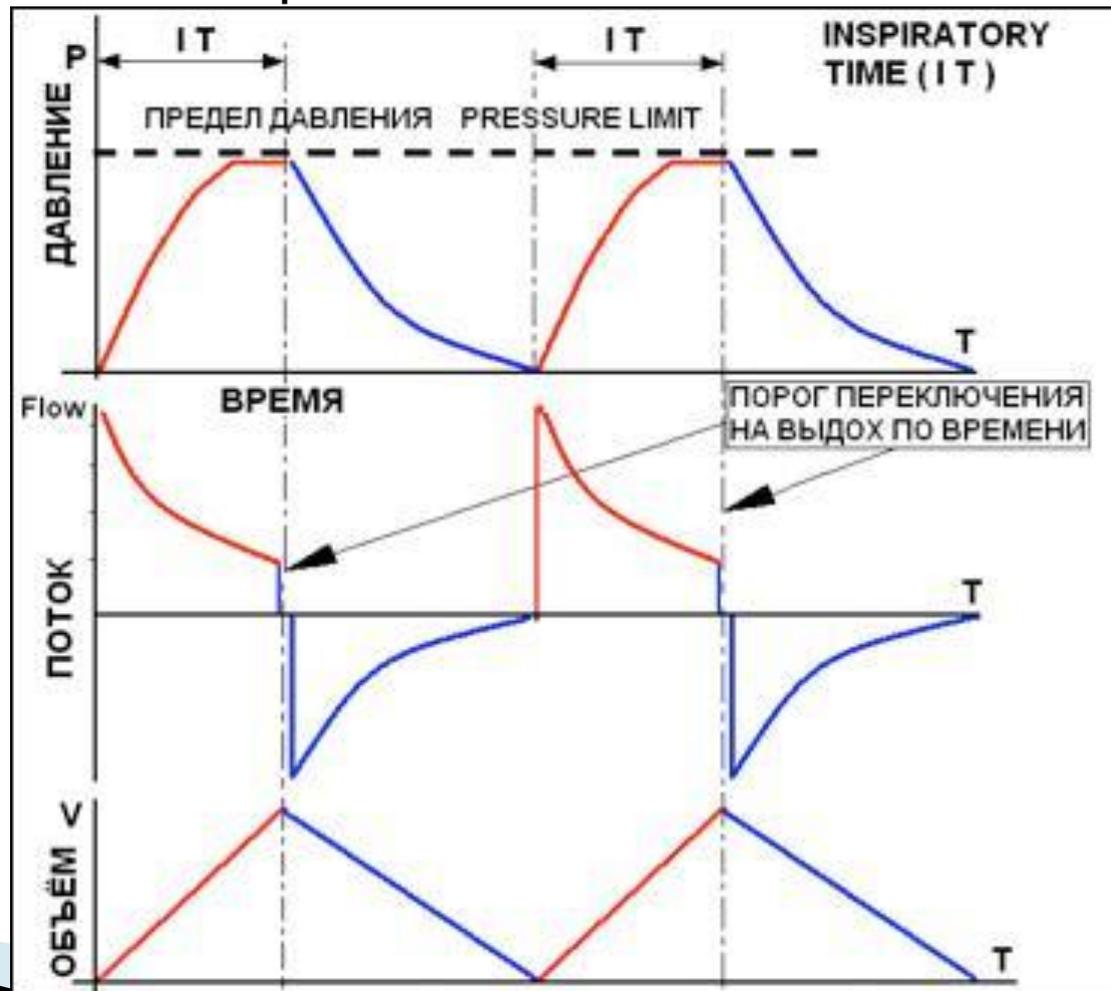
Pressure controlled, Flow cycled ventilation

- При начале вдоха аппарат ИВЛ повышает давление в дыхательных путях до предписанного уровня и удерживает давление до тех пор, пока поток не снизится до Уровня, соответствующего Cycling flow. Обычно это 25% от максимального, но есть аппараты ИВЛ, позволяющие врачу, установить значение потока, переключающего с вдоха на ВЫДОХ



Pressure controlled, Time cycled ventilation

- При начале вдоха аппарат ИВЛ повышает давление в дыхательных путях до предписанного уровня и удерживает давление до окончания времени вдоха (**inspiratory time**), после чего переключается на ВЫДОХ.



ТИП ВДОХА

ПРИНУДИТЕЛЬНЫЙ ВДОХ
(MANDATORY)

СПОНТАННЫЙ ВДОХ
(SPONTANEOUS)

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ВДОХОМ
(CONTROL VARIABLE)

Pressure
Control

Volume
Control

Flow
Control

Dual
Control

Pressure
Control

Dual
Control

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ
(PHASE VARIABLES)

Trigger
-machine
-patient

Trigger
-machine
-patient

Trigger
-machine
-patient

Trigger
-machine
-patient

Trigger
-patient

Trigger
-patient

Limit
-pressure

Limit
-pressure
-volume
-flow

Limit
-pressure
-volume
-flow

Limit
-pressure
-volume
-flow

Limit
-pressure

Limit
-pressure
-flow

Cycle
-time

Cycle
-volume
-time

Cycle
-volume
-time

Cycle
-pressure
-volume
-flow
-time

Cycle
-pressure
-flow

Cycle
-pressure
-flow