Основы классификации

режимов ИВЛ

Что такое режим ИВЛ ?

Это набор параметров, определяющих взаимодействие пациента и аппарата ИВЛ.

Какие параметры описывают режимы ИВЛ ?

1. Способ управления
   VC, PC, DC
2. Фазовые переменные
   Trigger, limit, cycle, PEEP
3. Согласование вдохов
   CMV, CSV, IMV

Способы управления вдоха

1. **По объему (Volume Control)** + Flow controlled ventilation?

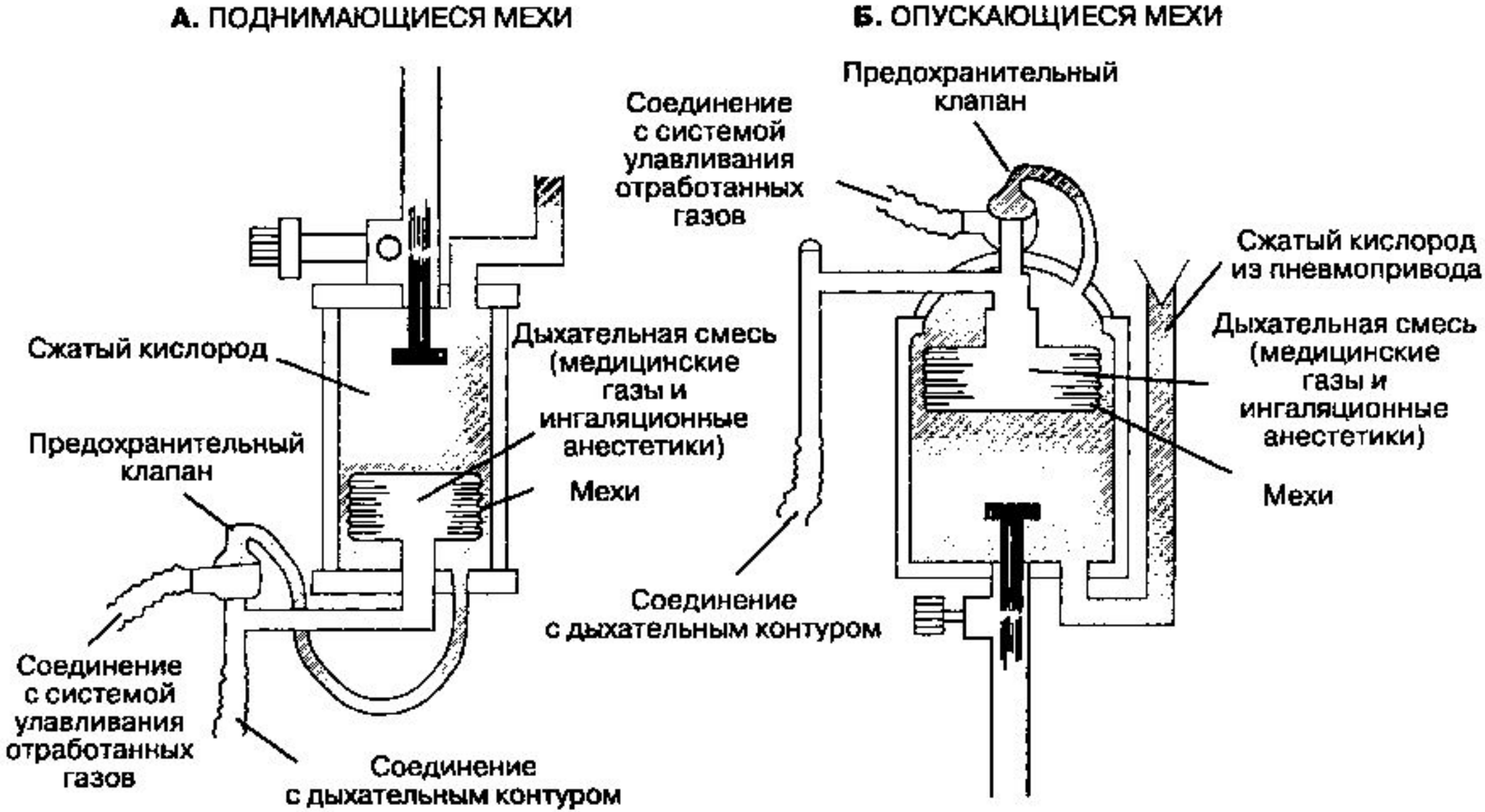
*Способом управление является изменение дыхательного объема (**Tidal volume**). При каждом вдохе аппарат доставляет заданный дыхательный объем.*

2. **По давлению (Pressure Control)**

*Способом управления является изменение давления (**Pressure**), времени вдоха (**Inspiratory flow time**). Аппарат поднимает давление в дыхательном контуре до того уровня, который ему предписали и удерживает это давление в течении вдоха.*

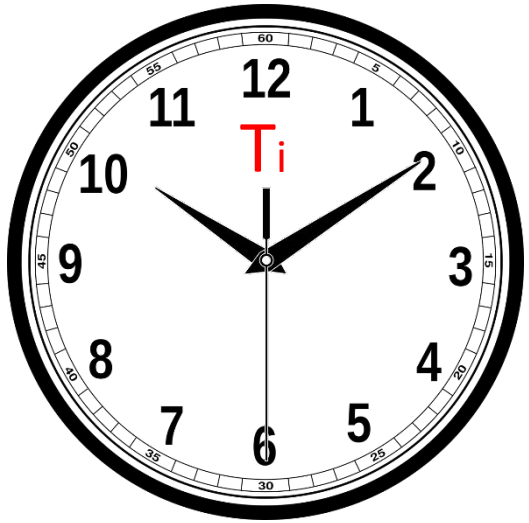
3. **Режим с двойным управление (Dual Control)**

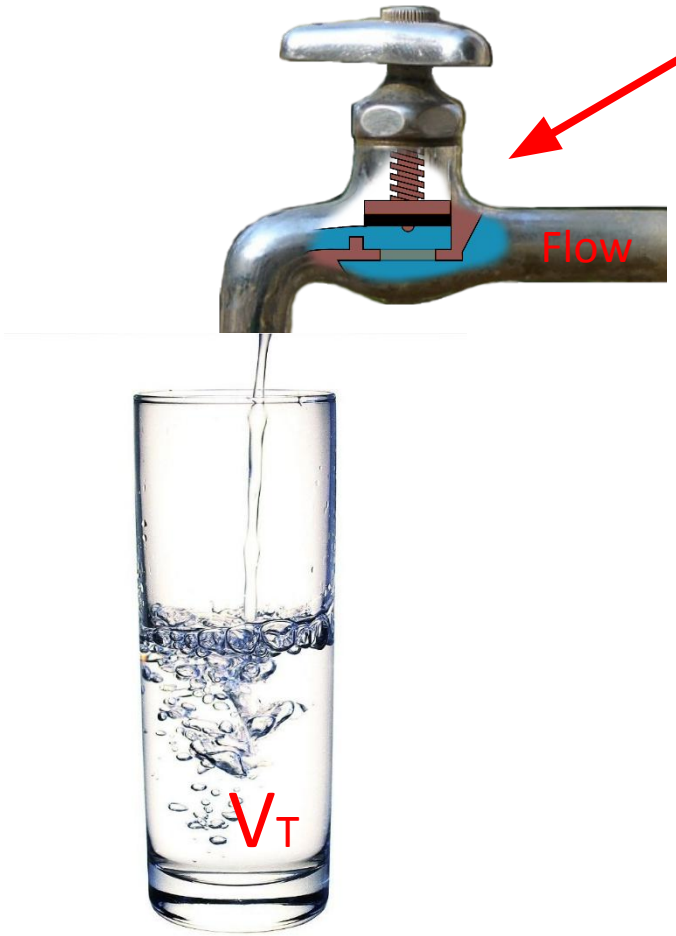
Автоматическое управление давлением для доставки заданного объема. Интеллектуальная программа.


А. ПОДНИМАЮЩИЕСЯ МЕХИ
Сжатый кислород
Дыхательная смесь (медицинские газы и ингаляционные анестетики)
Предохранительный клапан
Мехи
Соединение с системой улавливания отработанных газов
Соединение с дыхательным контуром
Б. ОПУСКАЮЩИЕСЯ МЕХИ
Предохранительный клапан
Соединение с системой улавливания отработанных газов
Сжатый кислород из пневмопривода
Дыхательная смесь (медицинские газы и ингаляционные анестетики)
Мехи
Соединение с дыхательным контуром

Flow controlled ventilation (FCV)

управление потоком - что это ?



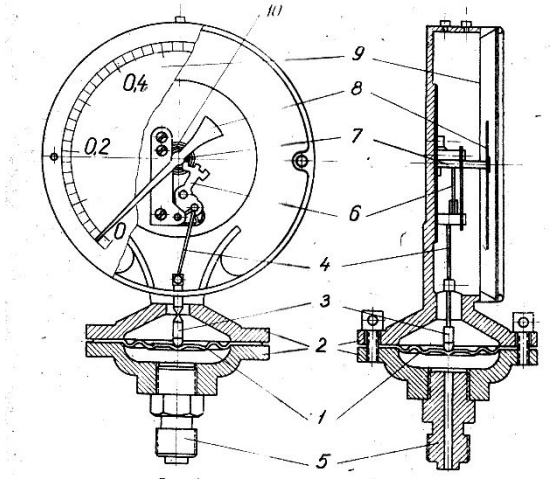


Для того, чтобы поток **(Flow)** превратился в дыхательный объем **(Tidal volume),** мы должны умножить его на время **(Inspiratory flow time)**.

Почему VCV = FCV?

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

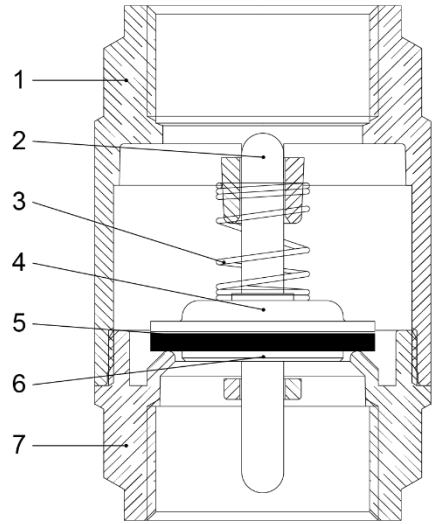
Pressure contolled ventilation (PCV) – что это ?



манометр

Аппарат ИВЛ реагирует на показания манометра и открывает клапана вдоха настолько на сколько нужно для поддержания заданного давления.

При таком способе управления вдохом дыхательный объем (Tidal volume) зависит от величины давления и от времени вдоха с одной стороны и от Resistance и Compliance (сопротивление дыхательных путей и податливости легких и грудной клетки) с другой.



клапан

VOLUME CONTROLLED VENTILATION
VS
PRESSURE CONTROLLED VENTILATION

СРАВНЕНИЕ МЕХАНИКИ СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ

VCV

При Volume controlled ventilation **(VCV)** аппарат ИВЛ, не смотря ни на какие обструктивные и рестриктивные изменения в респираторной системе, за установленное время вдувает в легкие пациента заданный объем (Tidal volume).

При VCV есть угроза критического повышения давления в дыхательной системе.

Можно самому выбрать форму кривой потока.

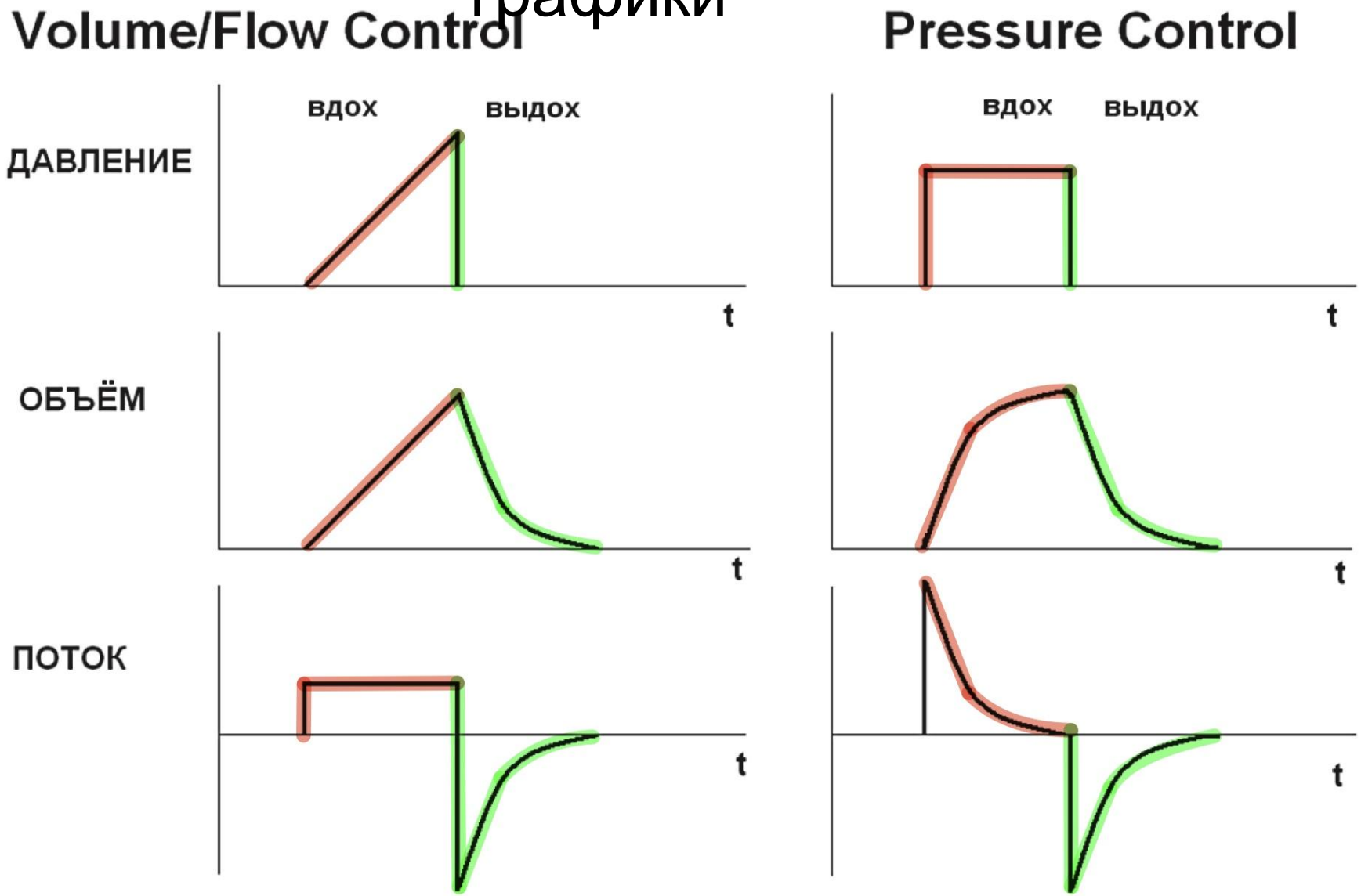
PCV

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 повышения резистанс и/или снижения комплайнс.

Аппарат сам регулирует поток, для поддержания заданного давления.%

Сравним графики



Плюсы и минусы способов контроля

VCV

+

- Не требуется постоянный контроль ДО и МОД со стороны врача.
- Подходит для вентиляции в условиях, когда спонтанная дыхательная активность пациента подавлена.

−

- Более высокий риск баро- и волюмотравмы.
- Возможны только принудительные вдохи.
- Сложно синхронизировать работу аппарата ИВЛ с дыхательной активностью пациента

PCV

+

- Большая защищённость пациента от баротравмы и волюмотравмы.
- Возможны спонтанные вдохи.
- Возможна синхронизация аппарата ИВЛ с дыхательной активностью пациента.

−

- Изменение респираторной механики пациента меняет качество ИВЛ и требует изменения параметров вентиляции.
- Нужен постоянный контроль ДО и МОД со стороны врача.

Dual Contol – относительное понятие, сложно представить двойное управление.

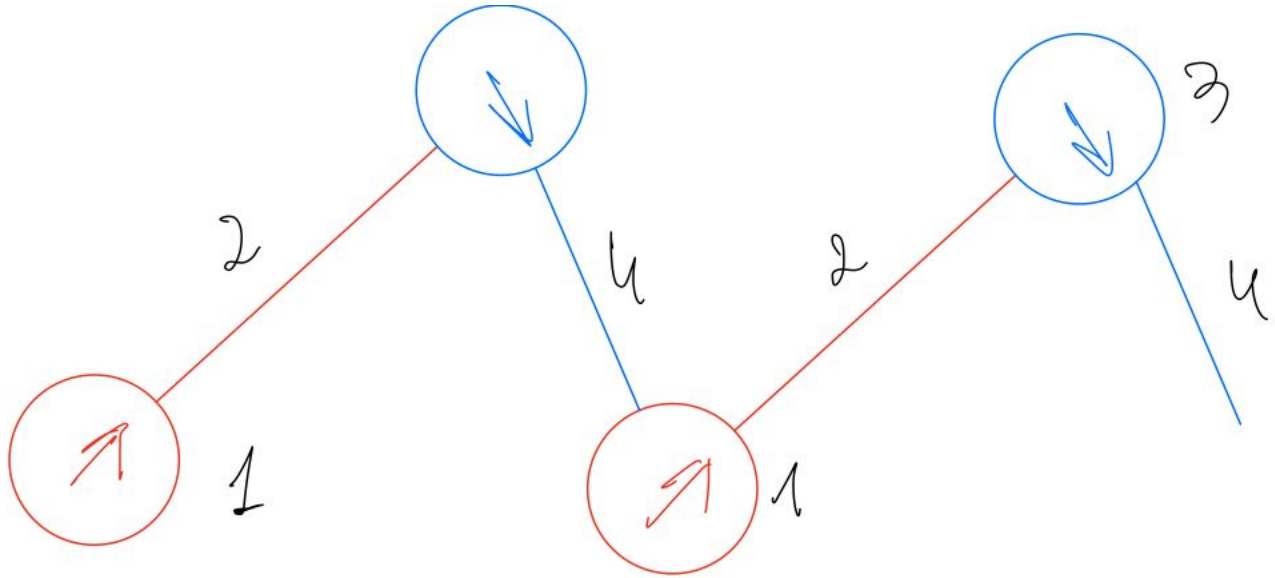
Суть – врач задает ЦДО, а аппарат подбирает давление/поток и длительность вдоха (в разрешенных рамках) необходимый для доставки заданного ЦДО. Если это становится невозможным аппарат включает тревогу.

Двигаемся дальше

1. Способ управления
   VC, PC, DC
2. Фазовые переменные
   Trigger, limit, cycle, PEEP
3. Согласование вдохов
   CMV, CSV, IMV

Фазы дыхательного цикла и логика переключения аппарата ИВЛ

1. Переключение с выхода на вдох (включение вдоха).
2. Вдох.
3. Переключение с вдоха на выдох (включение выдоха).
4. Выдох.



В каждой из фаз срабатывает определенная переменная программа аппарата ИВЛ.

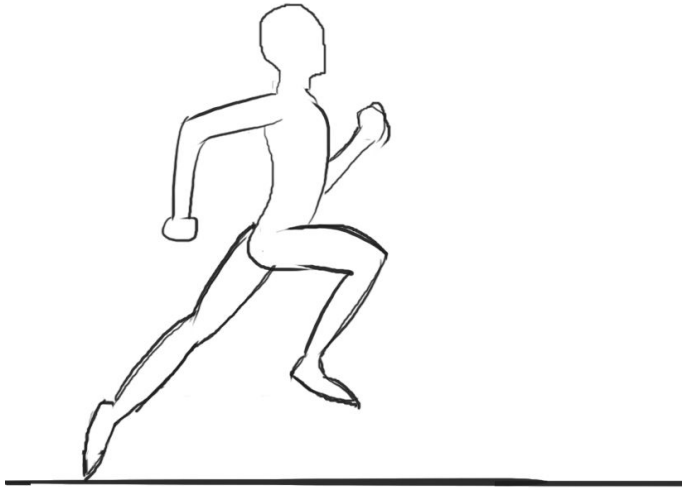
1. Программа или логическая схема, включающая вдох называется **Trigger.**
2. Опция, которая определяет максимальное значение потока, давления и/или объема, называется **Limit.**
3. Программа, выполняющая переключение с вдоха на выдох называется **Cycle.**
4. Программа, управляющая параметрами выдоха, называется **Baseline.**

Trigger – переключение с выдоха на вдох, включение вдоха

Для срабатывания триггера и включения вдоха могут быть использованы различные переменные параметры (**trigger variable**):

1.Время; 2.Давление; 3. Объем; 4. Поток; 5. Электрический импульс проходящий по диафрагмальном нерву; 6. Сигнал тревоги с внутрипищеводного датчика давления и т.д.

СТАРТ



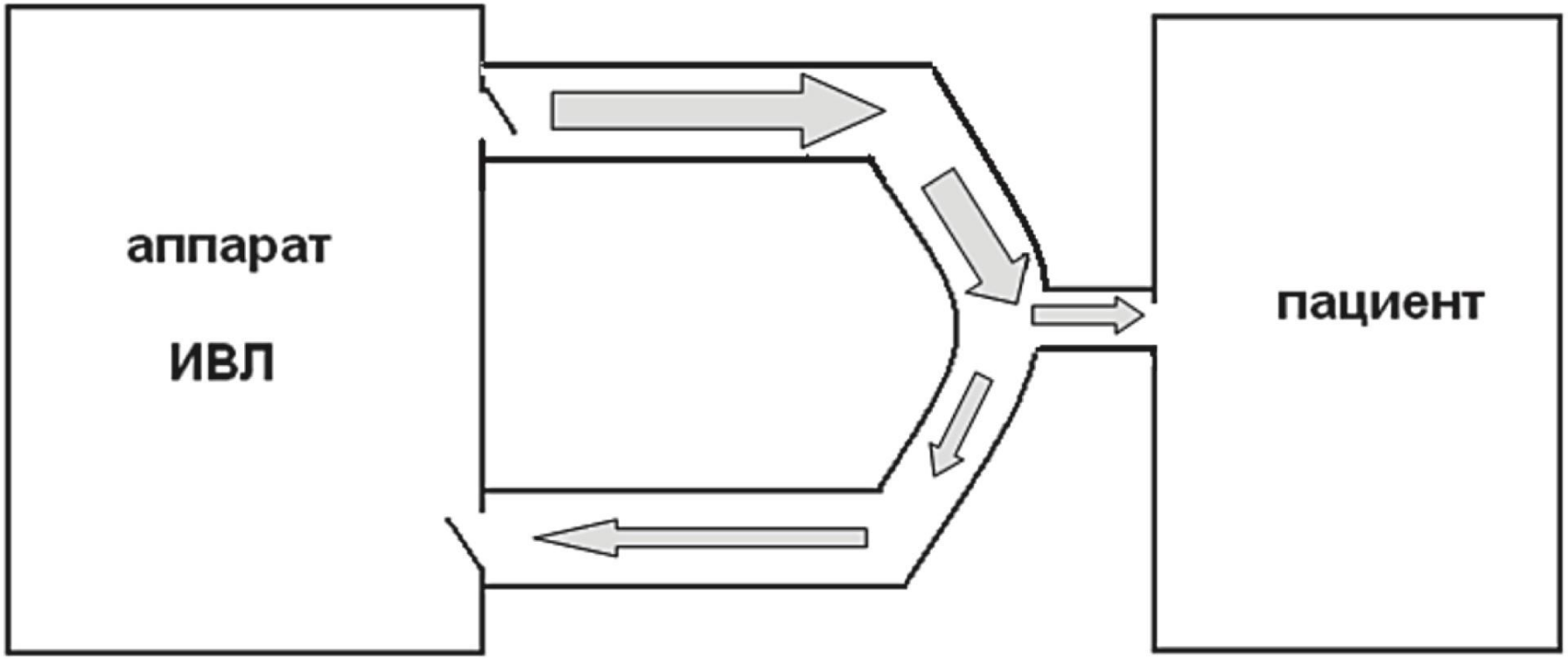
Time trigger – вдох включается, когда пришло время.

Pressure trigger – срабатывает в момент снижения давления в дыхательном контуре аппарата ИВЛ.

Volume trigger – срабатывает на прохождение заданного объема в дыхательные пути пациента.

Flow trigger – срабатывает на изменения потока через дыхательные пути.

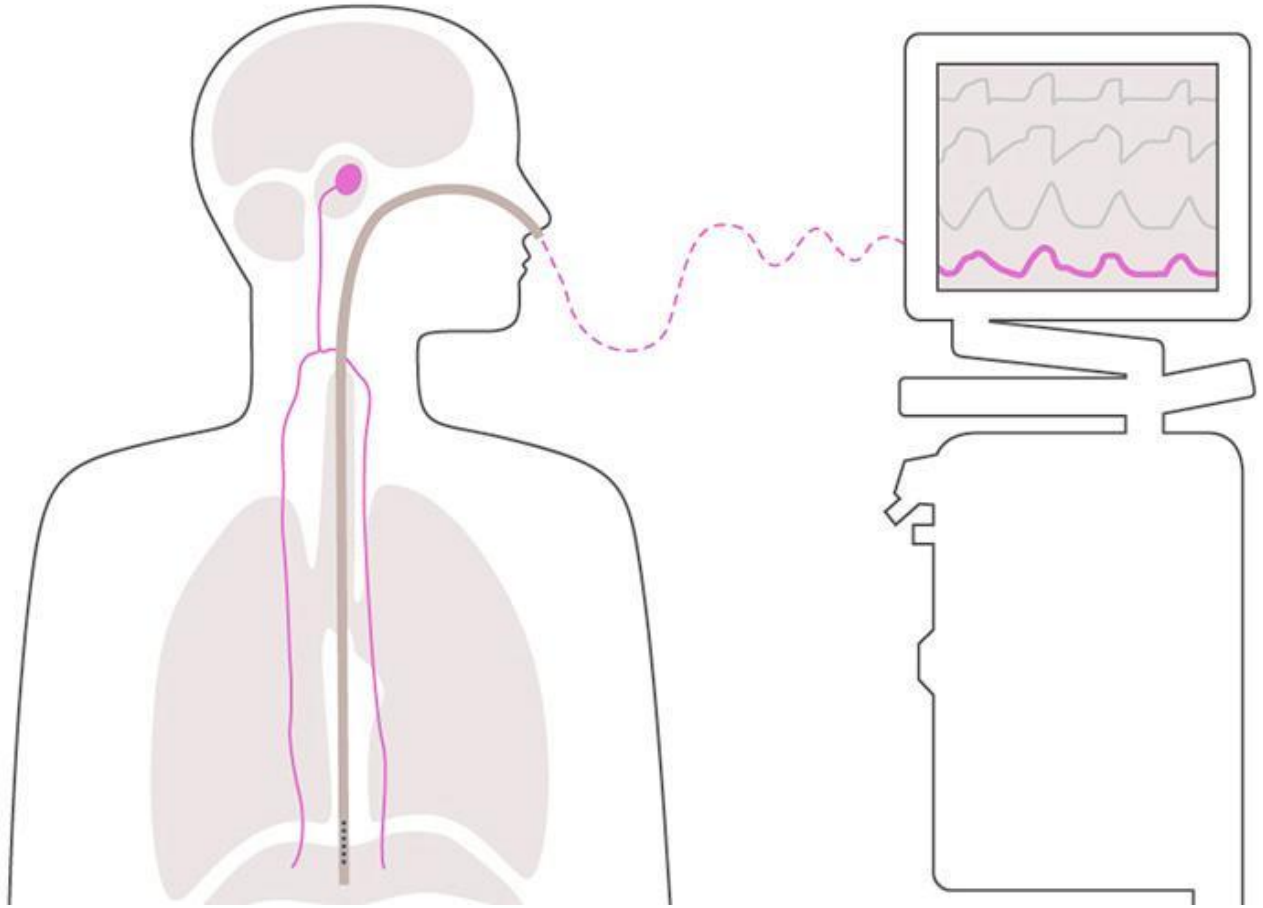
Что такое Flow by? Поток, текущий рядом.



Как только пациент делает инспираторную попытку поток меняется, срабатывает датчик потока и включается Триггер.

NAVA - Neurally Adjusted Ventilatory Assist.

Нейро-контролируемая респираторная поддержка.

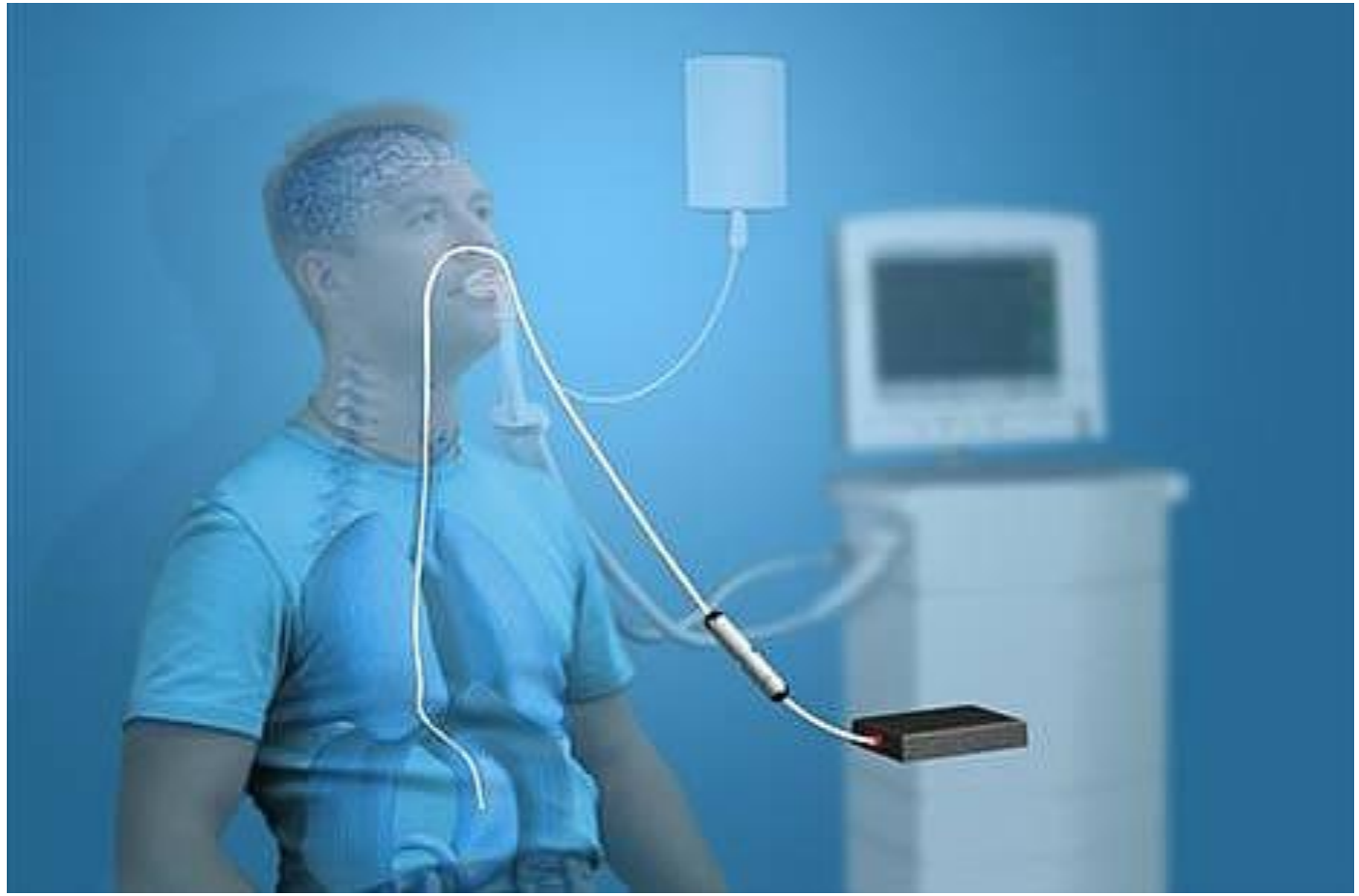


MAQUET SERVO-i NAVA

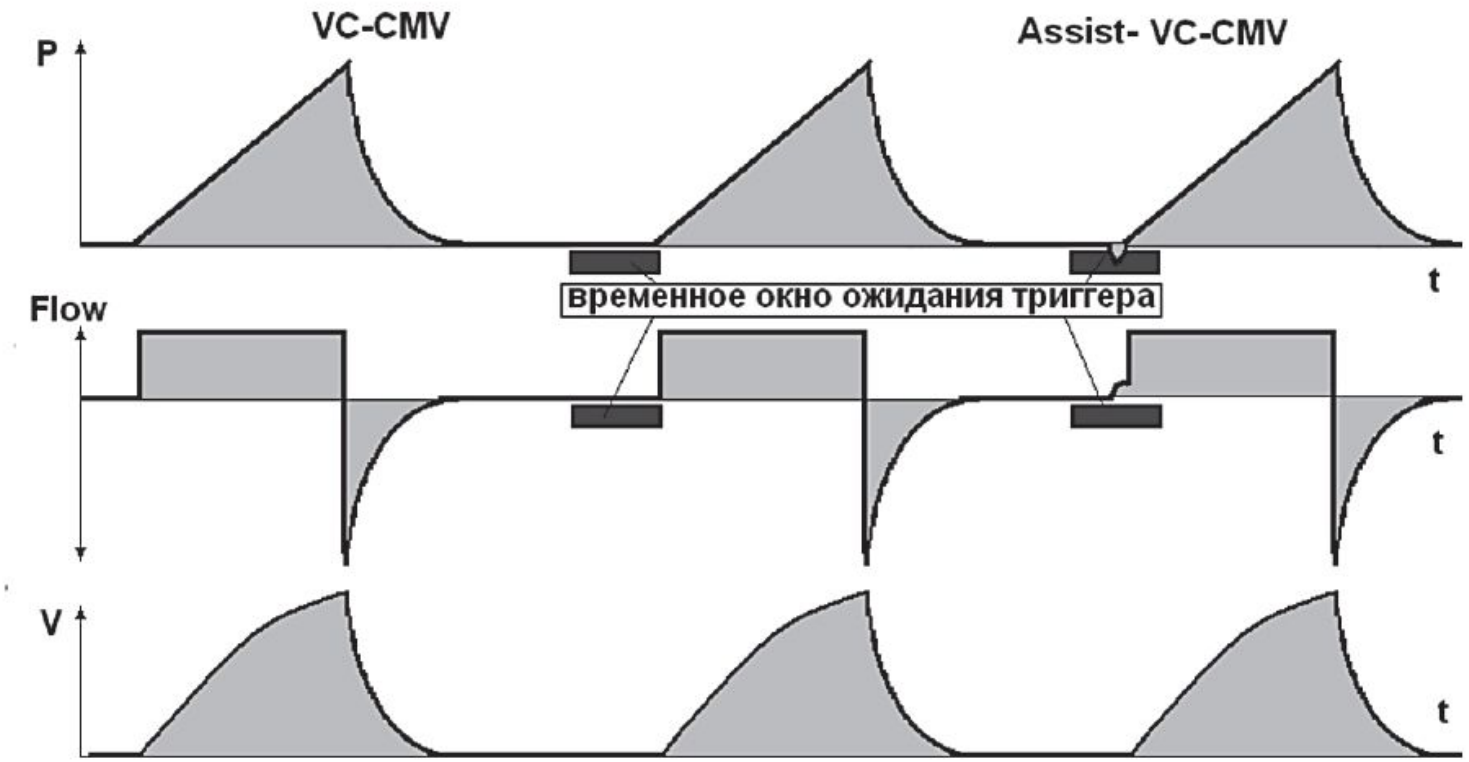
Датчик-электрод распознает нервные импульсы с диафрагмального нерва. Датчик заключён в стенке желудочного зонда и соединен тонким проводом с блоком управления аппарата ИВЛ.

Таким образом, аппарат ИВЛ начинает вдох в ответ на сигнал, исходящий непосредственно из дыхательного центра.

MAQUET



Time-trigger как резервный сигнал



Резюме

Все способы включения вдоха делятся на две группы:

1. Вдох начинает аппарат ИВЛ – в эту группу входит единственный способ – «по времени» Time trigger, синоним – Machine trigger.
2. Все остальные способы включения вдоха – это ответ на инспираторную попытку пациента. Patient triggering.

Limit variable – предельные параметры вдоха

Лимит – означает установление максимально разрешенной величины параметра во время **вдоха**.

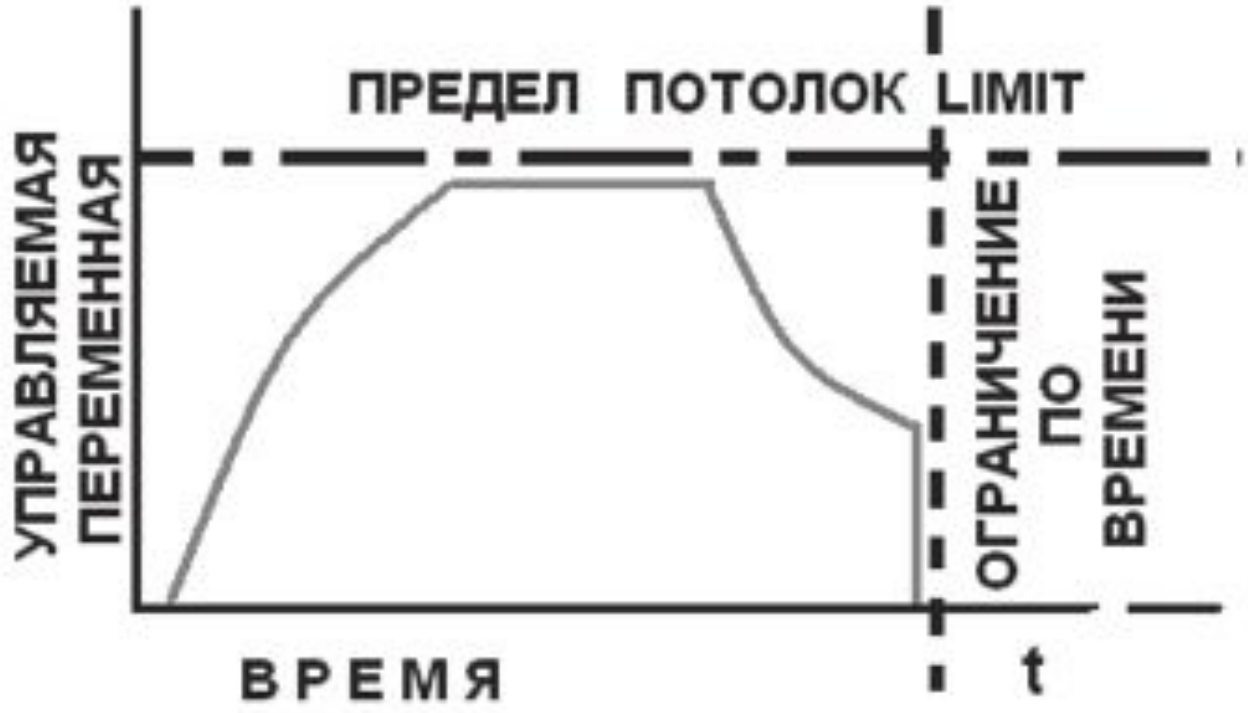
Ограничительными параметрами могут быть:

- Давление
- Поток
- Объем

почему без времени?

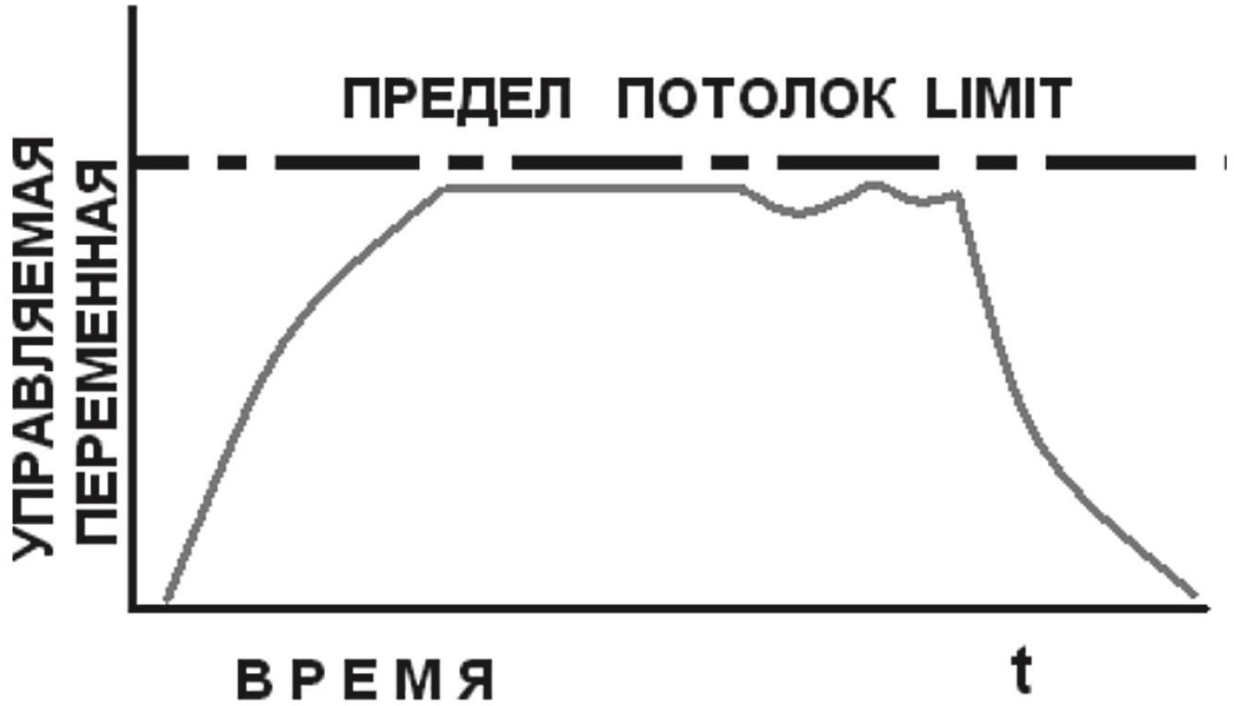
После достижения предельного установленного значения вдох продолжается.

Время не может входить в группу **Limit variables.**



Почему вдох продолжается ?

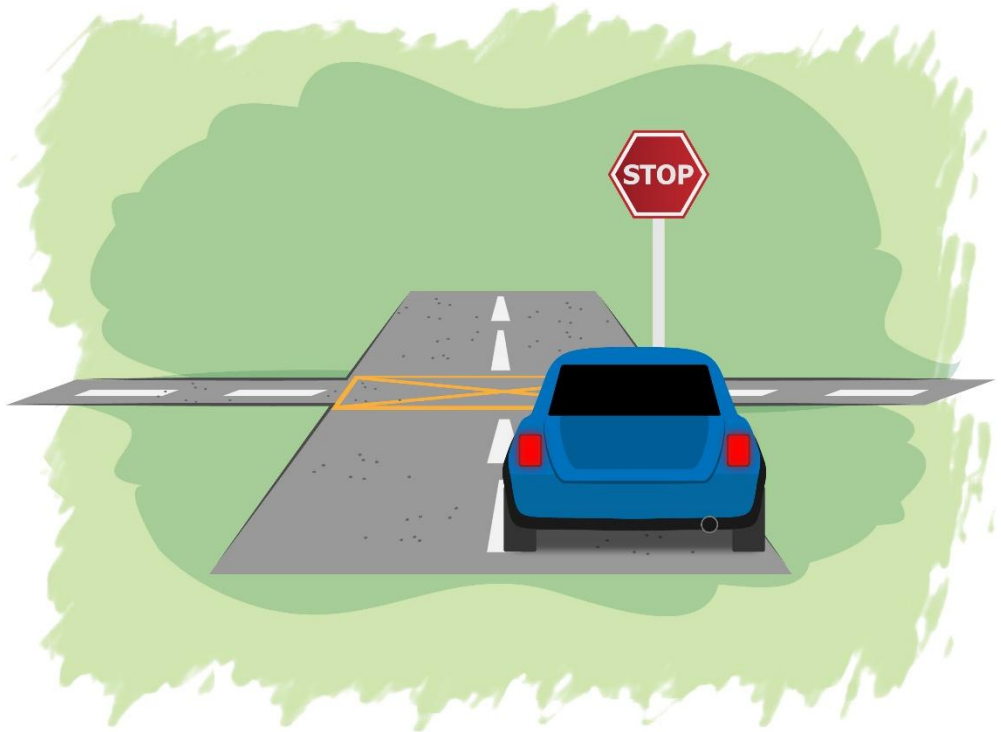
Inspiratory time = Inspiratory flow time + Inspiratory pause



Limit = потолок

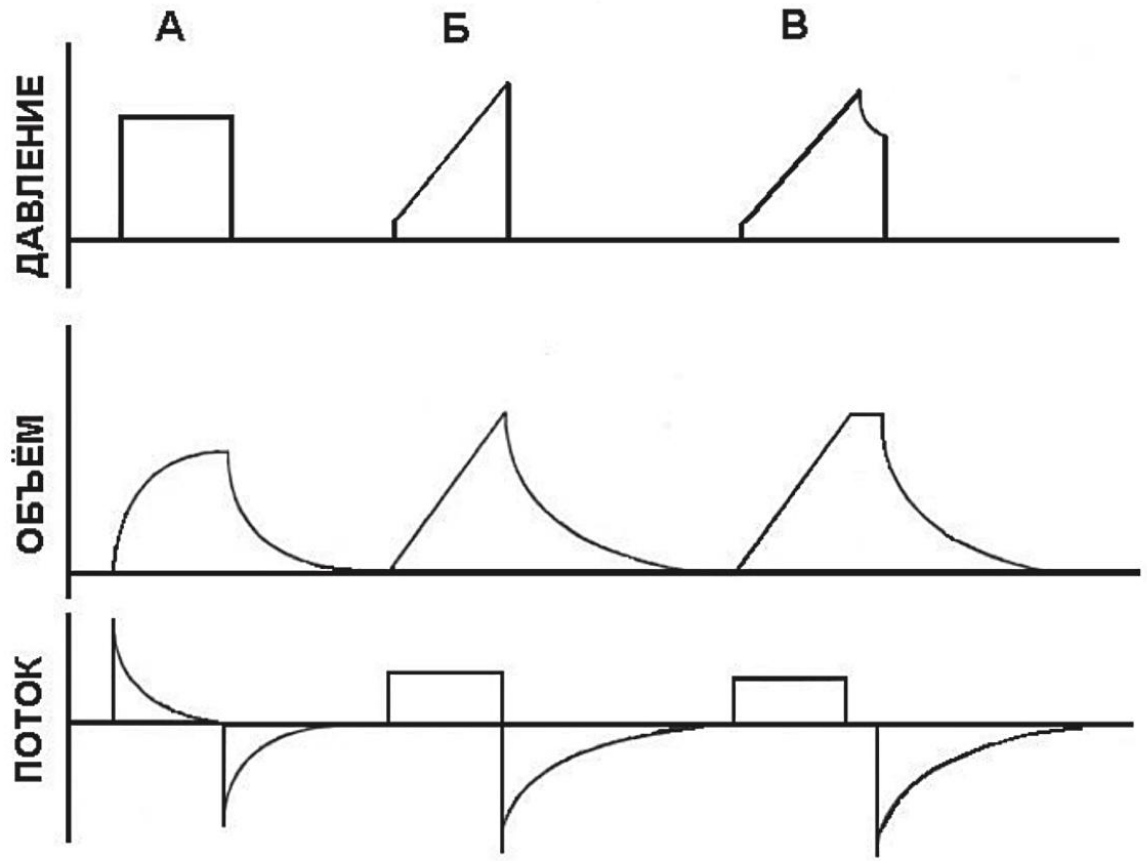
Для наглядности

давление, поток объем



врем
я

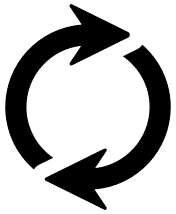
Для наглядности



Где какой Limit?

Резюме

Limit не прекращает вдох, а устанавливает верхнюю границу для давления, потока или объема.



Cycle – переключение с вдоха на выдох

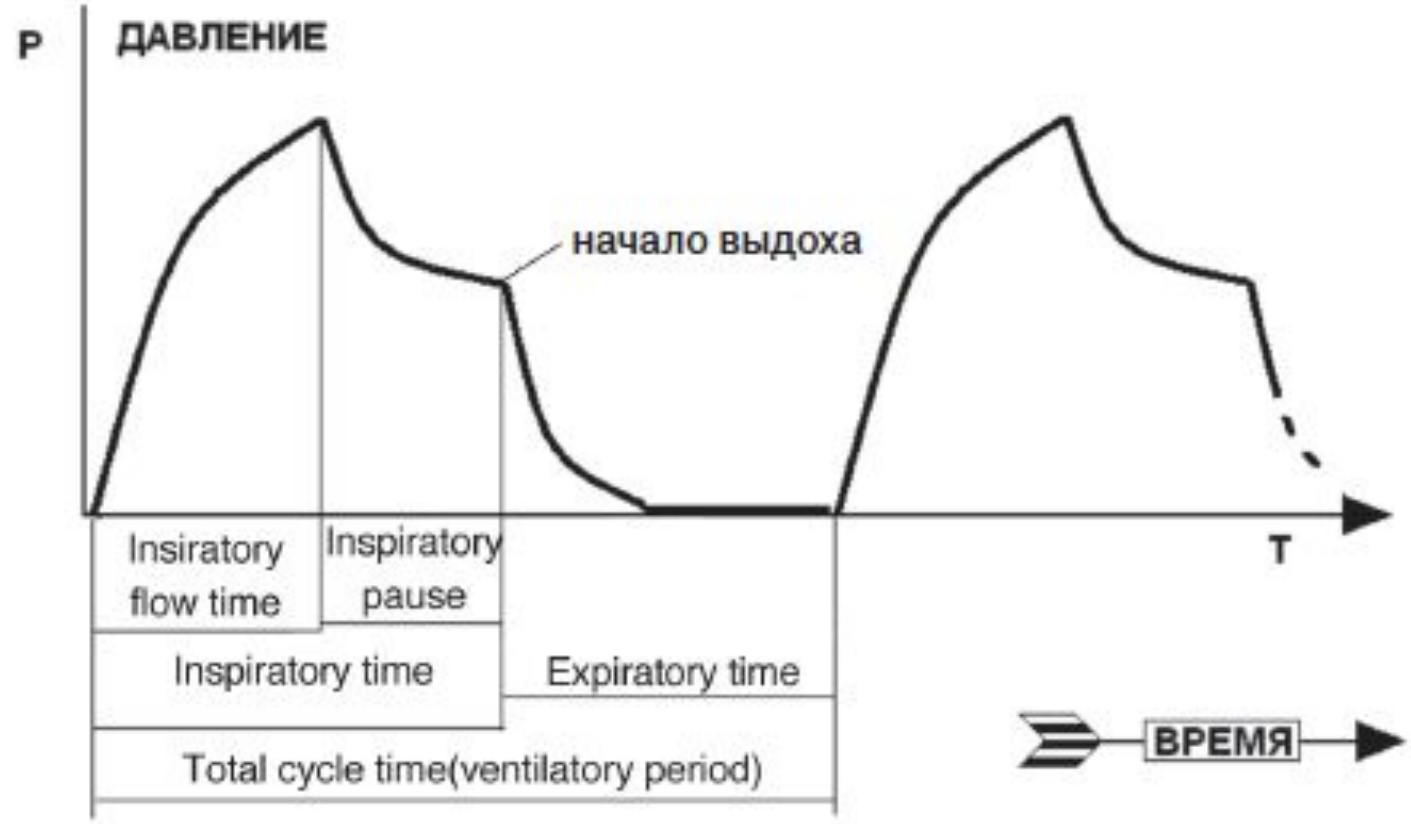
Cycle variables – это фазовые переменные, которые используются для переключения аппарата ИВЛ с вдоха на выдох.

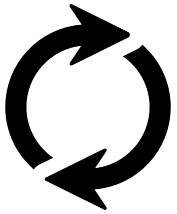
Cycle variables: время, поток, давление, объем.

Фаза вдоха заканчивается, когда величина параметра, избранного в качестве Cycle Variable, достигает предустановленного (Preset) или порогового (Threshold) значения.

Time Cycling

Задается время вдоха, по истечению начинается выдох



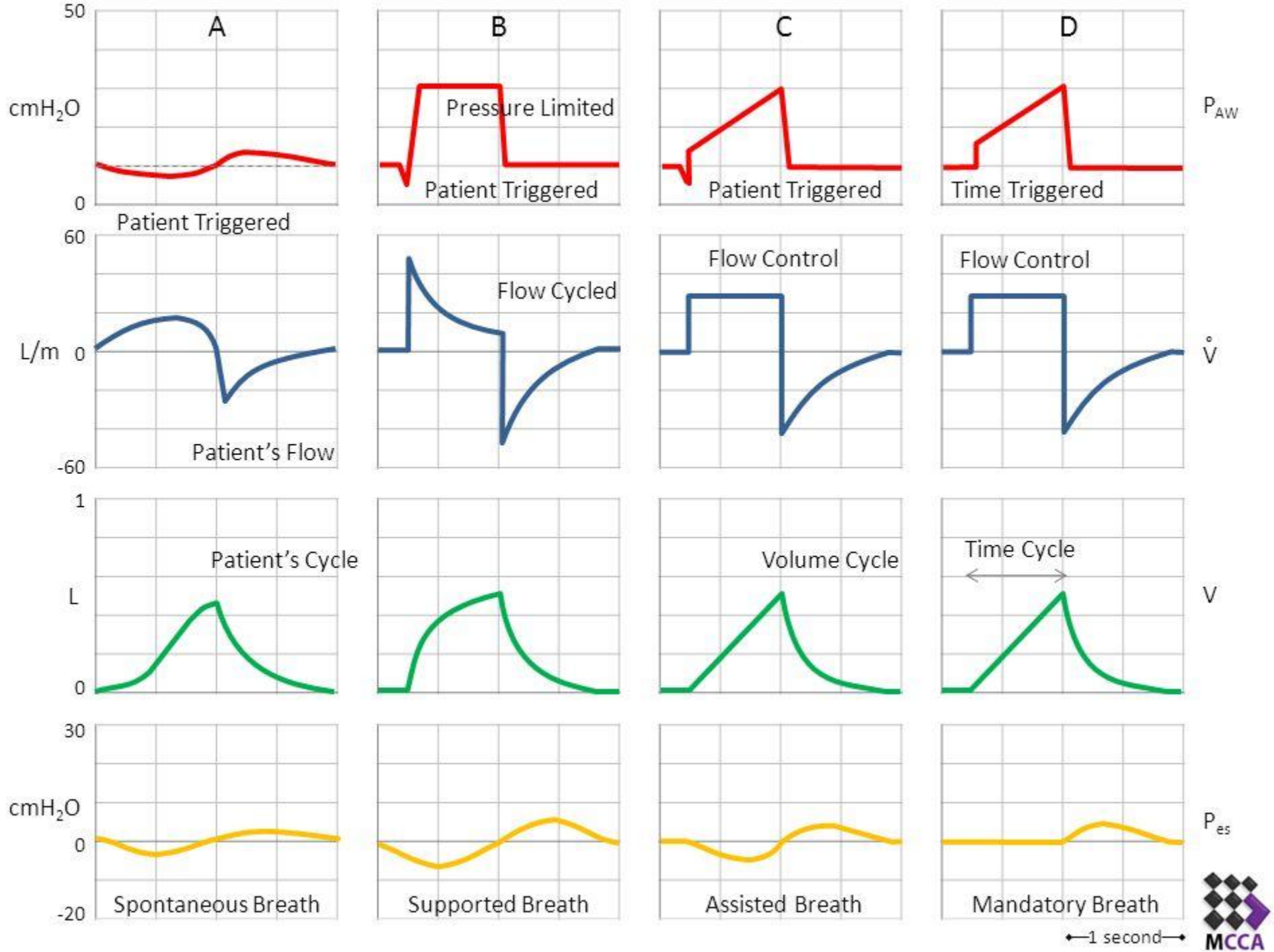


Volume Cycling

Вдох продолжается до тех пор, пока объем заданный аппарату ИВЛ не пройдет через управляющий клапан вдоха. Как только заданный объем доставлен пациенту, поток воздуха останавливается и начинается выдох.

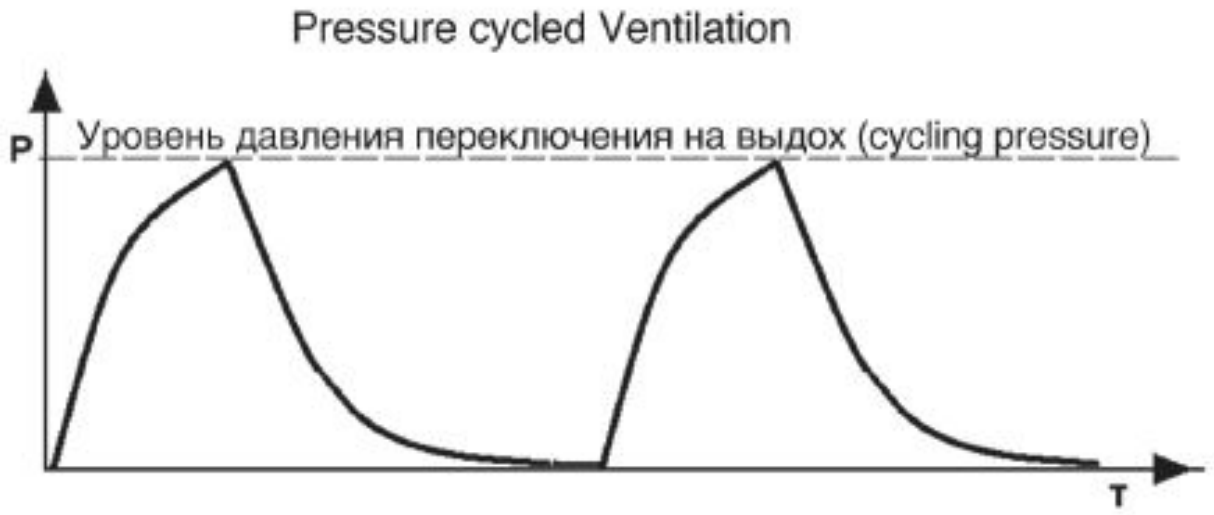
Если поток остановился, но выдох не начался это означает начало инспираторной паузы.

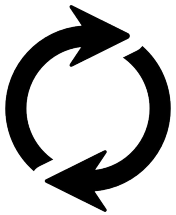
Наличие инспираторной паузы всегда говорит о том, что переключение с вдоха на выдох выполняется по времени.


A
B
C
D
50
cmH2O
0
Pressure Limited
Patient Triggered
Patient Triggered
Patient Triggered
Time Triggered
PAW
Patient Triggered
60
L/m
0
-60
Flow Cycled
Flow Control
Flow Control
V̊
Patient's Flow
1
L
0
Patient's Cycle
Volume Cycle
Time Cycle
V
30
cmH2O
0
-20
Pes
Spontaneous Breath
Supported Breath
Assisted Breath
Mandatory Breath
1 second
MCCA

Pressure Cycling

Вдох будет продолжаться до те пор, пока давление в контуре аппарата ИВЛ не достигнет пороговой величины. Как только пороговое значение достигнуто, открывается клапан выдоха, инспираторный поток останавливается и начинается выдох





Flow Cycling

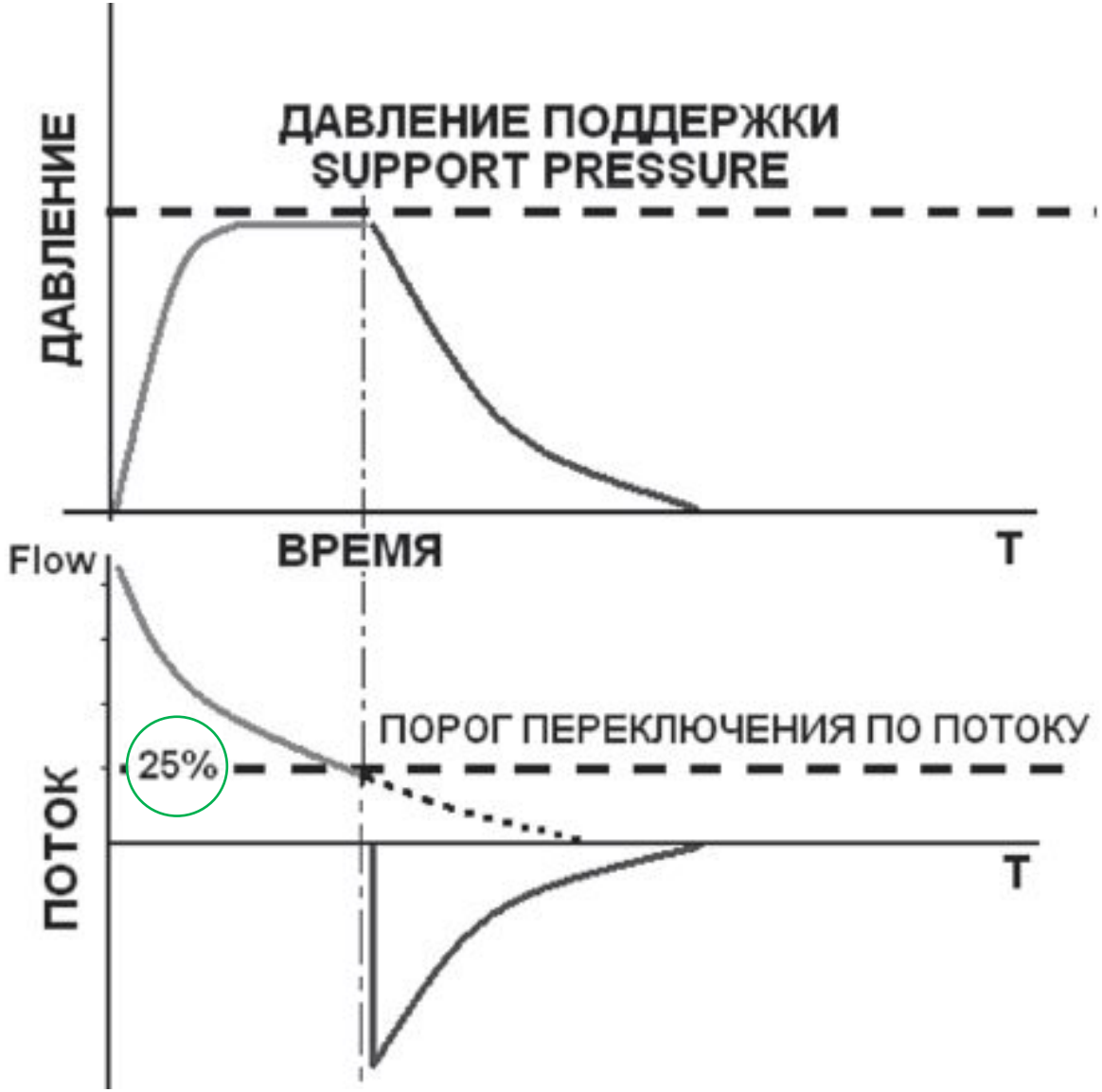
Переключение с вдоха на выход по потоку.

Параметр управляющий вдохом – давление, аппарат ИВЛ создает поток обеспечивающий предписанное давление.

Поток начинается с высоких значений и снижается по экспоненте.

Переключение с вдоха на выдох выполняется при снижении потока до порогового уровня.

Flow Cycling

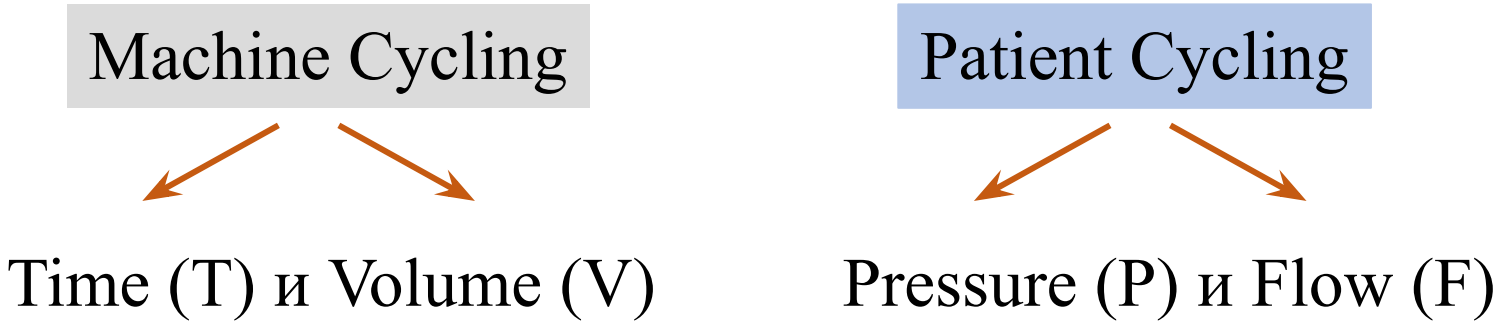


Резюме

Cycle – программа, выполняющая переключение с вдоха на выдох.

Параметры: время, поток, давление и объём.

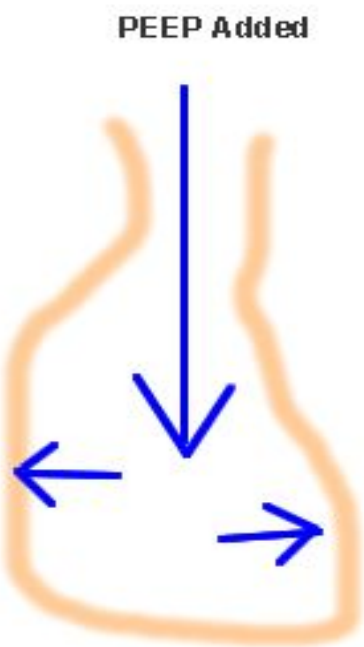
Кто выполняет переключение с вдоха на выдох – аппарат ИВЛ или пациент?



Выдох – Peep (ПДКВ) или Baseline pressure

PEEP (ПДКВ – положительное давление конца выдоха**)**

Применение: Recruitment (мобилизация спавшихся альвеол).



Борьба с экспираторным закрытием дыхательных путей (ЭЗДП)

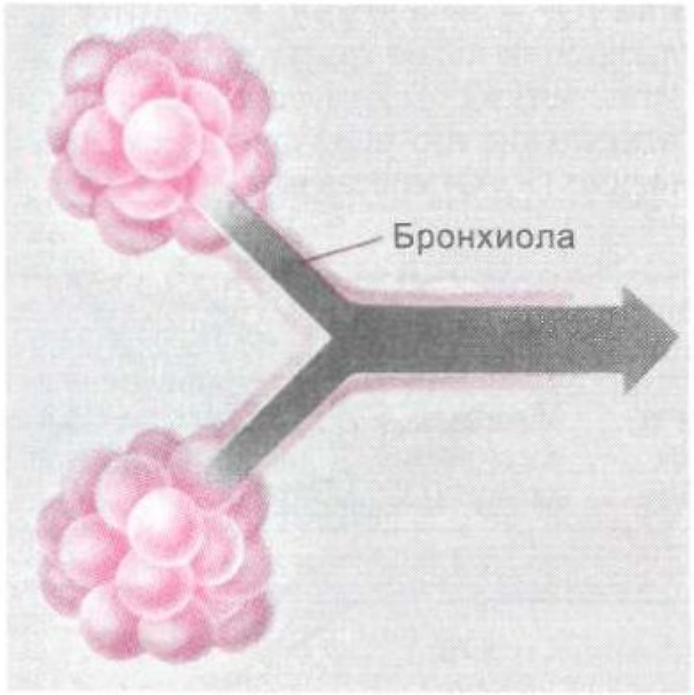


Рис. 1.13. Беспрепятственный выдох.

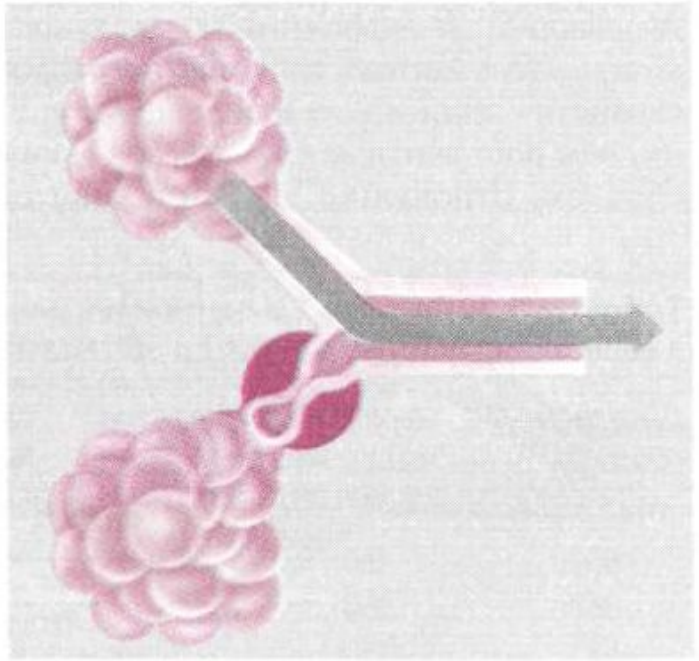
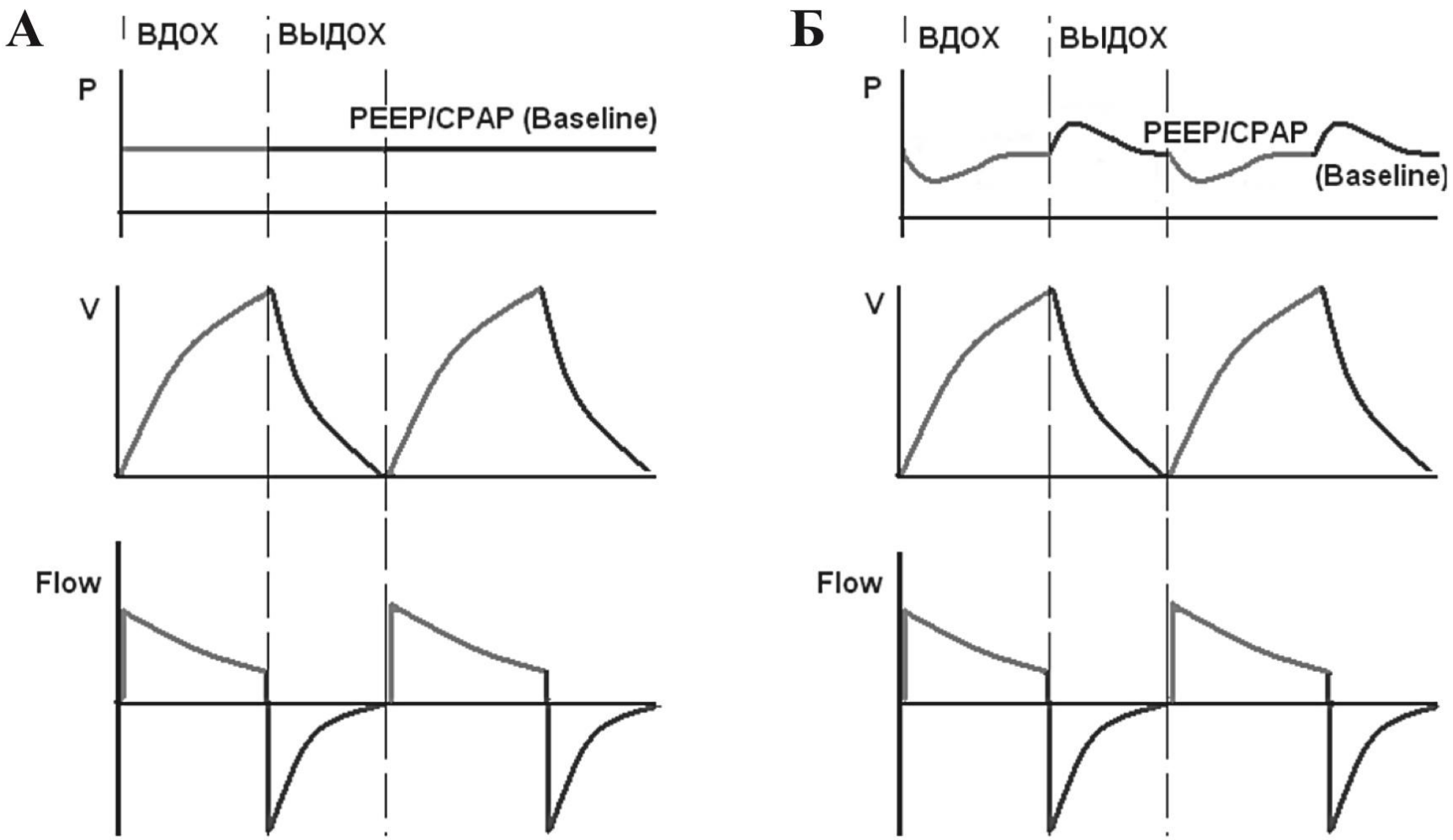


Рис. 1.14. *Раннее экспираторное закрытие мелких дыхательных путей.*

CPAP constant positive airway pressure (постоянное положительное давление в дыхательных путях)



Что с чем сочетается ?

Controlled variable – **VCV**

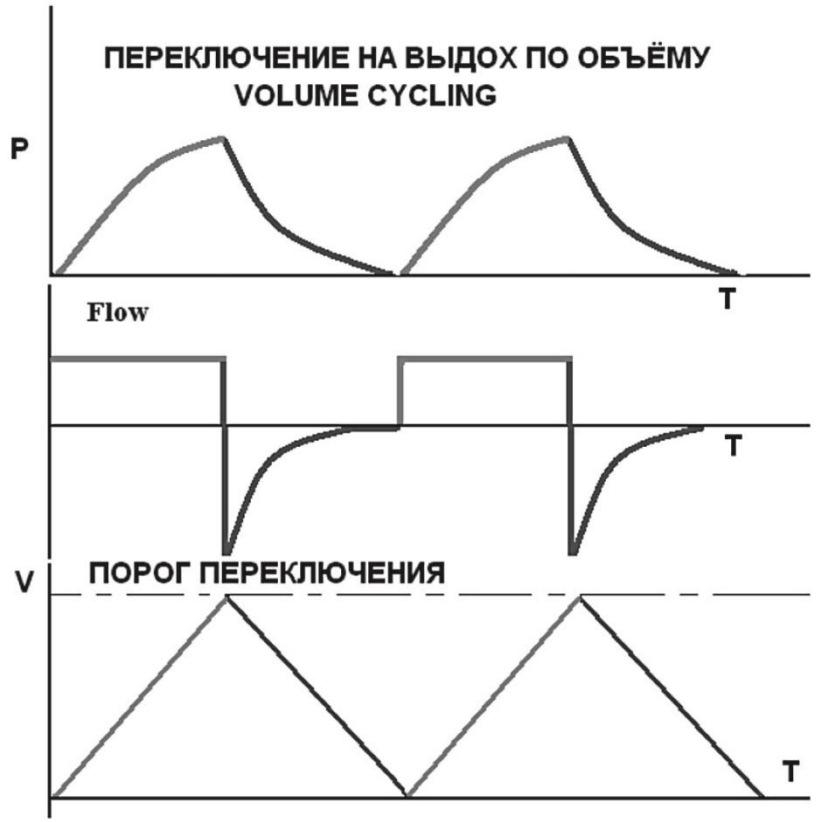
Предельные параметры:

1. Volume limit
2. Flow Limit
3. Pressure Limit

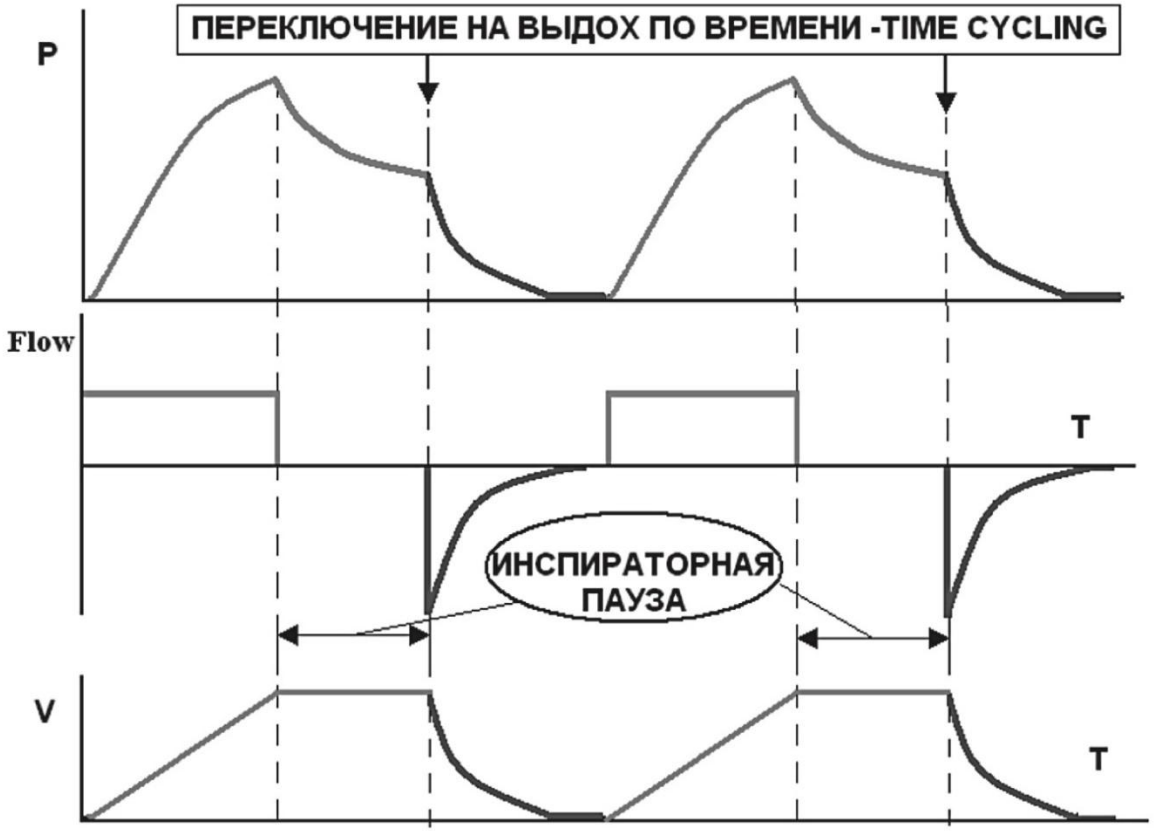
Переключение с вдоха на выдох:

1. Volume cycled
2. Time cycled

Volume cycled



Time cycled



Что с чем сочетается ?

Controlled variable – **PCV**

Предельные параметры:

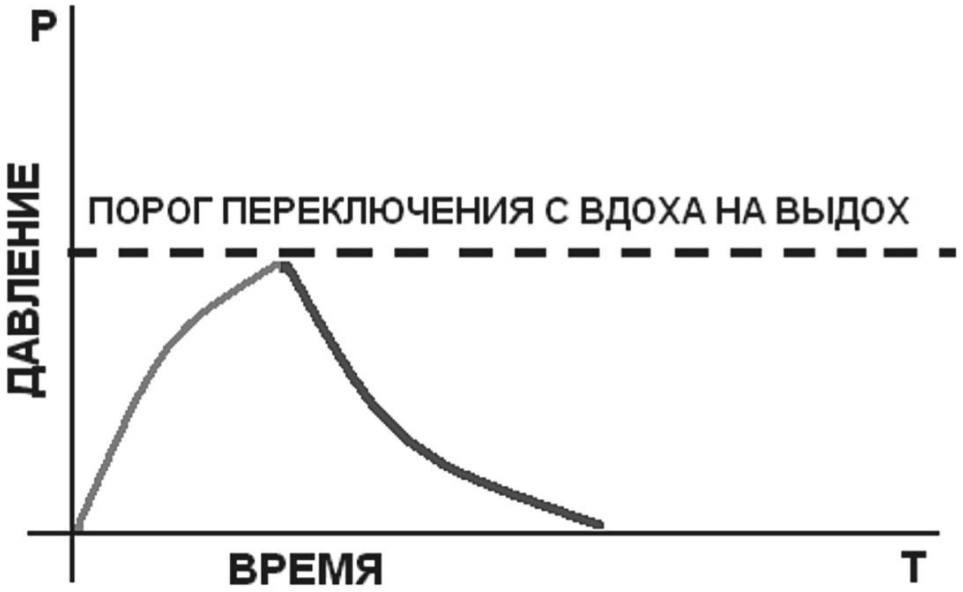
1. Не устанавливаются. Почему?

Переключение с вдоха на выдох

1. Pressure cycled
2. Flow cycled
3. Time cycled

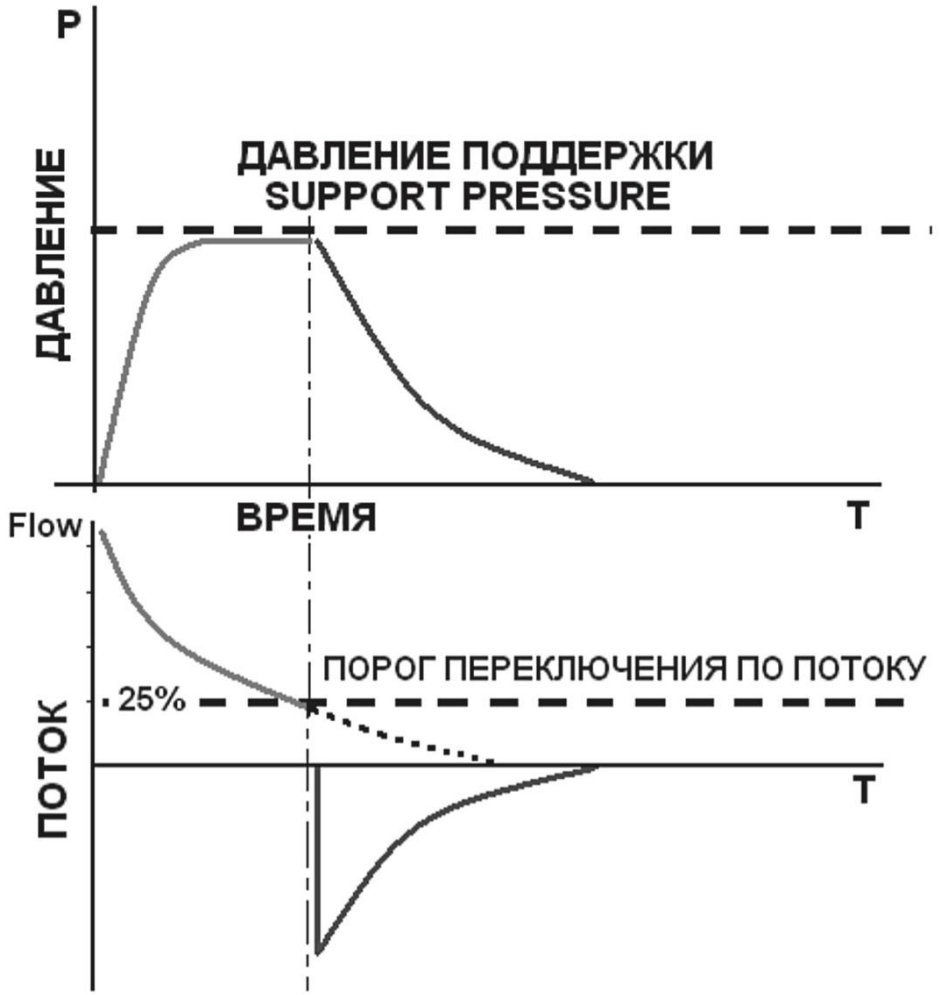
Pressure cycled

1. Pressure controlled, Pressure cycled ventilation

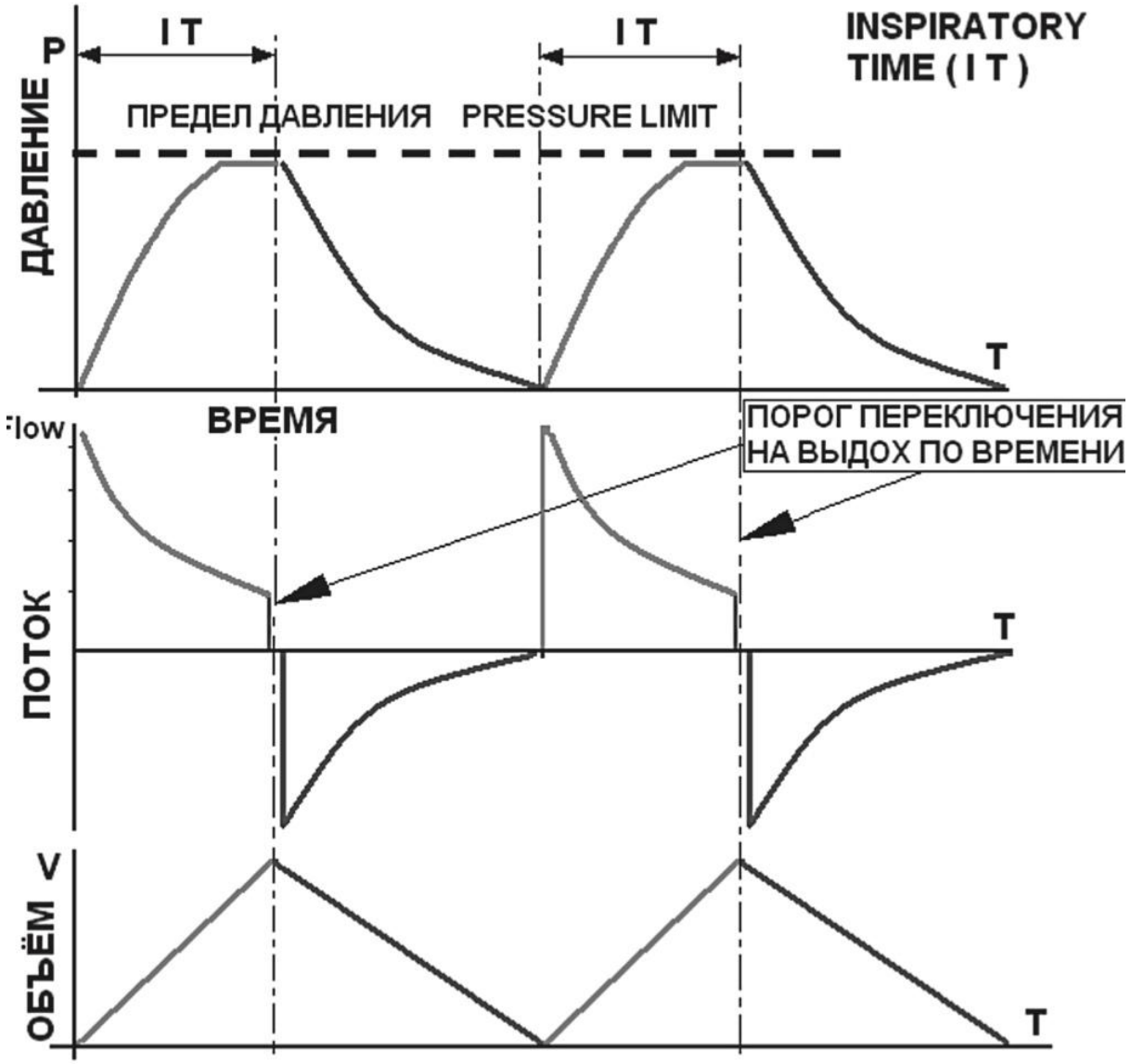


Flow cycled

2. Pressure controlled, Flow cycled ventilation



Time cycled


I T
I T
INSPIRATORY
TIME (I T)
P
ДАВЛЕНИЕ
ПРЕДЕЛ ДАВЛЕНИЯ
PRESSURE LIMIT
T
ВРЕМЯ
ПОРОГ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ
НА ВЫДОХ ПО ВРЕМЕНИ
Flow
ПОТОК
T
V
ОБЪЁМ
T

Паттерны ИВЛ

Pattern – это слово «переводится» как шаблон (Schablone), модель (Model).

Согласование вдохов + управляемая переменная
(Breath Sequence) (Control Variable)

Типы вдохов

Принудительные (Mandatory)

Вдох начат и/или завершен аппаратом ИВЛ

- ✔ **VCV**
- ✔ PCV

Machine trigger/Patient trigger
+
Machine cycling

Самостоятельные (Spontaneous)

Вдох был инициирован дыхательной попыткой пациента и завершен при попытке пациента начать выдох

- ✔ PCV

Patient trigger
+
Patient cycling

Варианты согласования вдохов

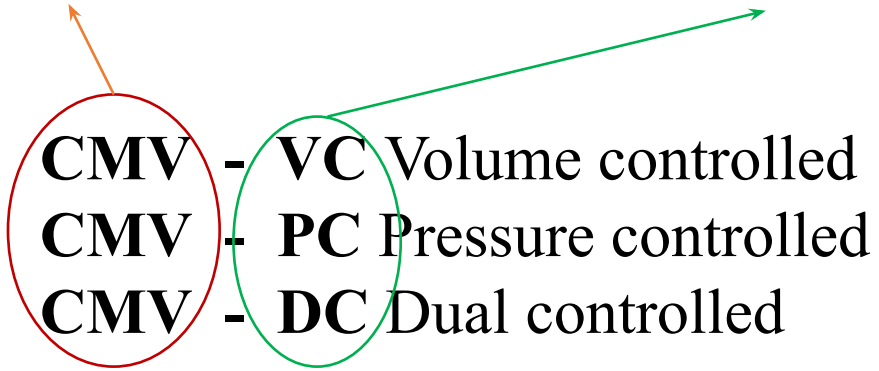
1. **CMV** (continuous mandatory ventilation) - если все вдохи принудительные
2. **CSV**(continuous spontaneous ventilation) - если все вдохи самостоятельные
3. **IMV**(intermittent mandatory ventilation) - если принудительные вдохи чередуются с самостоятельными

ИТОГО: 8 паттернов ИВЛ

VC-CMV		**VC-IMV**
PC-CMV	**PC-CSV**	**PC-IMV**
DC-CMV	**DC-CSV**	**DC-IMV**

Continuous mandatory ventilation CMV

Согласование вдохов + управляемая переменная



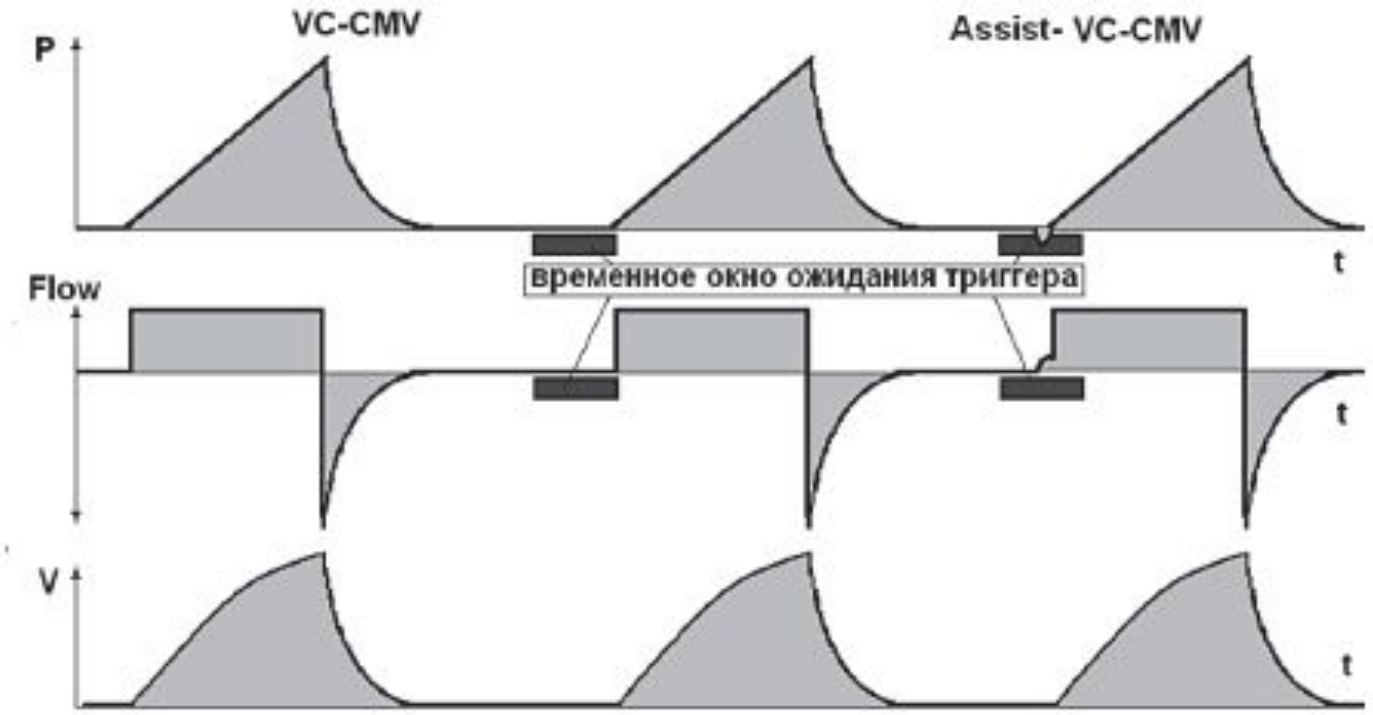
Какие триггеры могут быть использованы при CMV?

-Только **Time trigger** – это Machine trigger, но!

Time trigger + patient trigger = Assist Control

Assist -VC - CMV

Volume controlled continuous mandatory ventilation



Continuous mandatory ventilation CMV

Переключение с вдоха на выдох (Cycle):

Если паттерн **VC – CMV**

- ✔ по объёму (Volume Cycling)
- ✔ по времени (Time Cycling)

Если паттерн **PC – CMV**

- ✔ только по времени (Time Cycling)

Continuous spontaneous ventilation CSV

Согласование вдохов + управляемая переменная

CSV - PC Pressure controlled continuous spontaneous ventilation
CSV - DC Dual controlled continuous spontaneous ventilation

Какие триггеры могут быть использованы при **CSV**?
- Любые, кроме Time trigger!

Переключение с вдоха на выдох (Cycle):

по потоку (Flow Cycling) или по давлению (Pressure Cycling)

Intermittent mandatory ventilation IMV

Согласование вдохов + управляемая переменная

IMV - VC Volume controlled intermittent mandatory ventilation

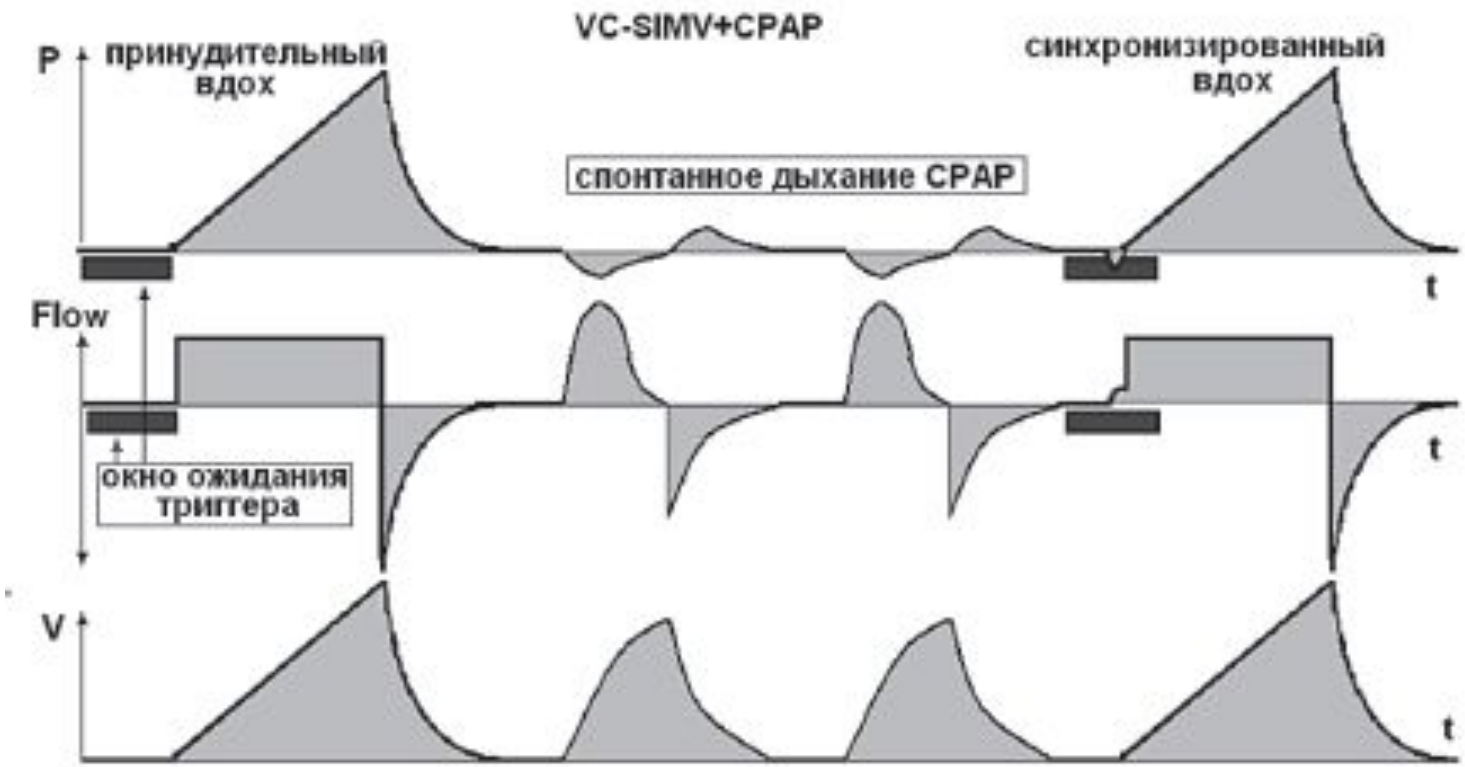
IMV - PC Pressure controlled

IMV - DC Dual controlled

IMV = CMV+ CSV

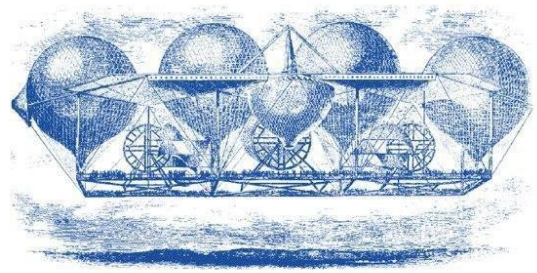
SIMV (synchronized intermittent mandatory ventilation)
time trigger + patient trigger

VC –SIMV
Volume controlled intermittent mandatory ventilation



НИИ нейрохирургии
им. академика Н.Н. Бурденко
Отделение реанимации
www.nsicu.ru

Основы ИВЛ



РУКОВОДСТВО ДЛЯ ВРАЧЕЙ

А.С. Горячев, И.А. Савин

Издание восьмое, Москва, 2019

УДК 616-073.75
ББК 53.6
Г71

НИИ Нейрохирургии
им. Бурденко РАМН

Отделение реанимации
и интенсивной терапии
НИИ нейрохирургии
им. академика Н.Н. Бурденко

www.nsicu.ru

Отделение реанимации
НИИ им. Н.Н. Бурденко

Горячев А.С.

Савин И.А.

Аннотация

Если Вы врач-реаниматолог, не можете ответить, что значат: «паттерн ИВЛ», «способ согласования вдохов», «способ управления вдохом», «управляемый параметр», «временные интервалы дыхательного цикла», «фазы дыхательного цикла», «фазовые переменные», «условные переменные» и «принцип управления», как работает триггер аппарата ИВЛ и как происходит переключение с вдоха на выдох – эта книга для Вас. Мы постоянно сталкиваемся с тем, что одинаковые режимы ИВЛ на разных аппаратах имеют разные названия и, нередко разные режимы ИВЛ названы одинаково или почти одинаково.

А.С. Горячев, И.А. Савин
ISBN 978-5-9907551-3-0