

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Иркутский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации.  
(ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России)

# **Основы ИВЛ. Режимы и их характеристики.**

Выполнила Имыгинова Мария  
Студент 407 группы  
лечебного факультета

г. Иркутск, 2017

# ИВЛ

- - все мероприятия, направленные на поддержание дыхательного обмена газов в легких противоестественным путем.
- механическая вентиляция проводится с помощью мешка Амбу.
- автономная вентиляция. Используются специальные аппараты ИВЛ

- Физиологические:
  - Поддержка обмена газов
    - Альвеолярной вентиляции ( $P_aCO_2$  и  $P_H$ )
    - Артериальной оксигенации ( $P_aO_2$  и  $SatO_2$ )
  - Повышение объёма лёгких
    - В конце вдоха (профилактика или лечение ателектазов, повышение оксигенации)
    - В конце выдоха (повышение ФОЕ, улучшение  $V/Q$ , профилактика VILI и т. д.)
  - Уменьшение работы дыхания
- Клинические:
  - Лечение гипоксемии
  - Лечение дыхательного ацидоза
  - Защита от респираторного дистресса
  - Профилактика и лечение ателектазов
  - Поддержка работы дыхательной мускулатуры
  - Седатация и релаксация при оперативном вмешательстве
  - Стабилизация грудной клетки
  - Снижение системного и/или миокардиального потребления  $O_2$

# Параметры режима ИВЛ

- Способ управления (Control Variable)  
Volume control (VCV) , Flow control (FCV) , Pressure control (PCV)
- Фазовые переменные: trigger, Limit, cycle, PEEP
- Согласование вдохов CMV, CSV, IMV

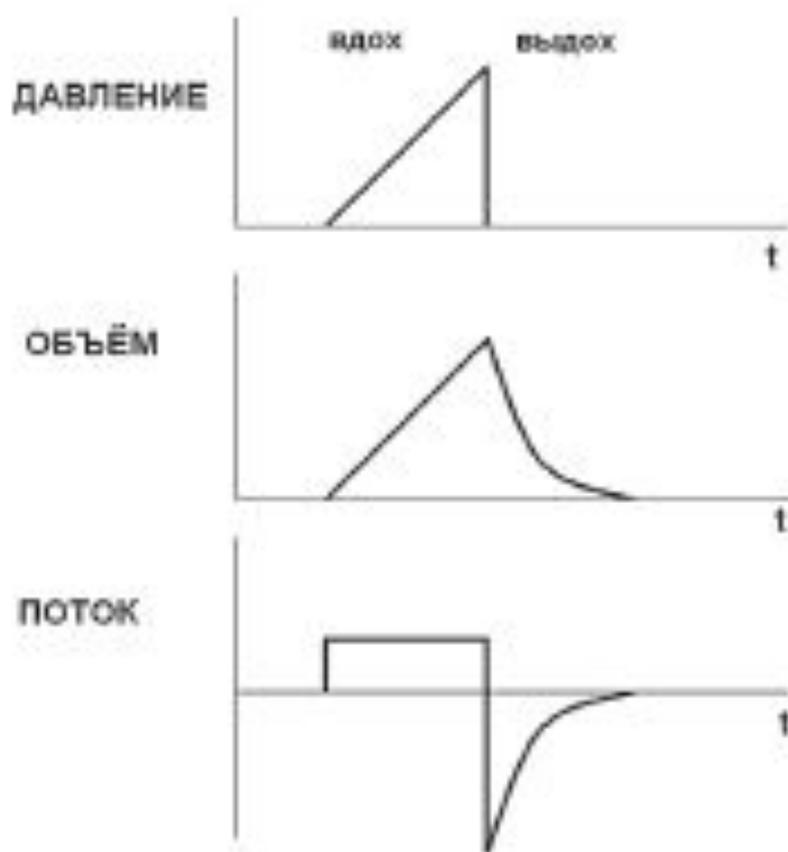


**Время (time),  
объём (volume),  
поток (flow),  
давление (pressure).**

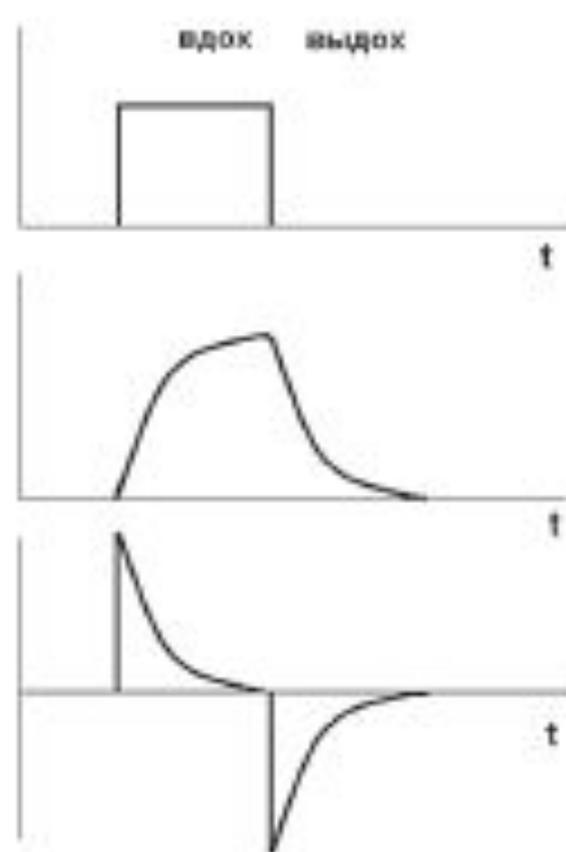
# Способ управления (**Control Variable**)

- **Volume control (VCV)** способом управления является изменение дыхательного объёма
- **Pressure control (PCV)** способом управления является изменение давления,
- **Dual controlled ventilation** - «интеллектуальные» программы управления

## Volume/Flow Control



## Pressure Control



# Volume controlled ventilation (VCV)

## Управление объемом

- способом управления является изменение дыхательного объёма (**Tidal volume**).
- за установленное время вдувает в легкие пациента заданный объём, сразу устанавливаются характеристики потока, ДО и МОД
- Областью применения **VC** остаются клинические ситуации, когда спонтанная дыхательная активность пациента подавлена. (Применение миорелаксантов в анестезиологии, повреждение дыхательного центра в стволе мозга, паралич дыхательной мускулатуры и т. д.).

# Недостатки управления по объёму:

- Проблема возникает, если при этом аппарат ИВЛ будет создавать опасное давление в дыхательных путях.
- При управлении по объёму (VC) **возможны только принудительные – Mandatory вдохи.**
- Сложно синхронизировать работу аппарата ИВЛ с дыхательной активностью пациента.
- При управлении по объёму (VC) **баротравма и волюмотравма** встречаются чаще, чем при PC.

# Pressure controlled ventilation (PCV) – способ управления по давлению

- является изменение давления (Pressure), времени вдоха (Inspiratory flow time).
- аппарат ИВЛ в течение времени вдоха **поддерживает заданное** давление в дыхательных путях и не беспокоится о том, какой дыхательный объем **был доставлен** пациенту.
- Важно помнить, что при окклюзии или перегибе интубационной трубки, аппарат ИВЛ будет честно создавать заданное давление, а потока не будет, и вдоха не случится.

- Достоинства управления по давлению (РС):
- 1. Большая защищенность пациента от баротравмы и волюмотравмы.
- 2. При управлении по давлению (РС) **возможны спонтанные (Spontaneous) вдохи.**
- 3. При управлении по давлению (РС) **возможна синхронизация работы аппарата ИВЛ с любой спонтанной дыхательной активностью пациента.**
- Недостатки управления по давлению (РС):
- 1. Изменение респираторной механики пациента меняет качество ИВЛ и требует изменения параметров вентиляции.
- 2. Поскольку при РС **главная задача аппарата ИВЛ – создавать давление** в дыхательном контуре, контроль величины ДО и МОД осуществляет врач, проводящий ИВЛ.

# Dual controlled ventilation

- Задача конструкторов состояла в том, чтобы научить умный аппарат ИВЛ действовать так же, как опытный доктор.
- Большинство режимов, использующих способ **Dual Control**, начинают вдох как РС, а интеллектуальная программа аппарата ИВЛ стремится достичь целевой дыхательный объем, повышая давление на вдохе, поток или длительность вдоха в разрешенных границах.



# Phase Variables – Фазовые переменные

- Preset – заранее установленный, заданный.
- threshold value (пороговая величина)
- **время, поток, давление и объём**

# Программы

- **Trigger** – переключение с выдоха на вдох (включение вдоха),
- **Limit** - ВДОХ,
- **Cycle** – переключение с выдоха на вдох,
- **Baseline** или **PEEP**



**ВДОХ**

**ВЫДОХ**

**CYCLE**

*Lim*

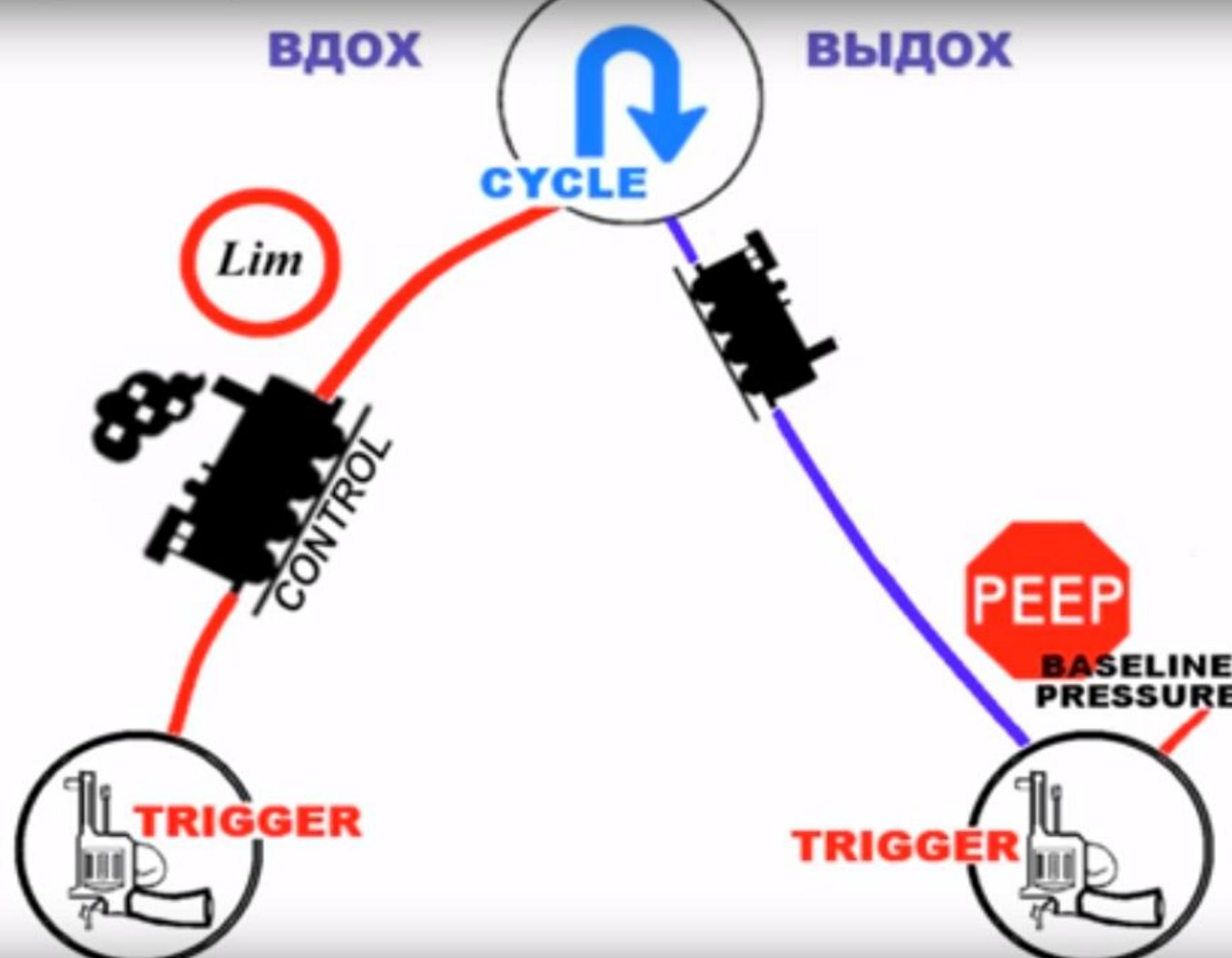
**CONTROL**

**PEEP**

**BASELINE  
PRESSURE**

**TRIGGER**

**TRIGGER**



Этапный эпикриз:

Программа «Trigger»



включает программу «Control»



Программа «Control»



управляет вдохом.

Программа «Limit»



устанавливает границы.

Программа «Cycle»



завершает вдох и начинает выдох.

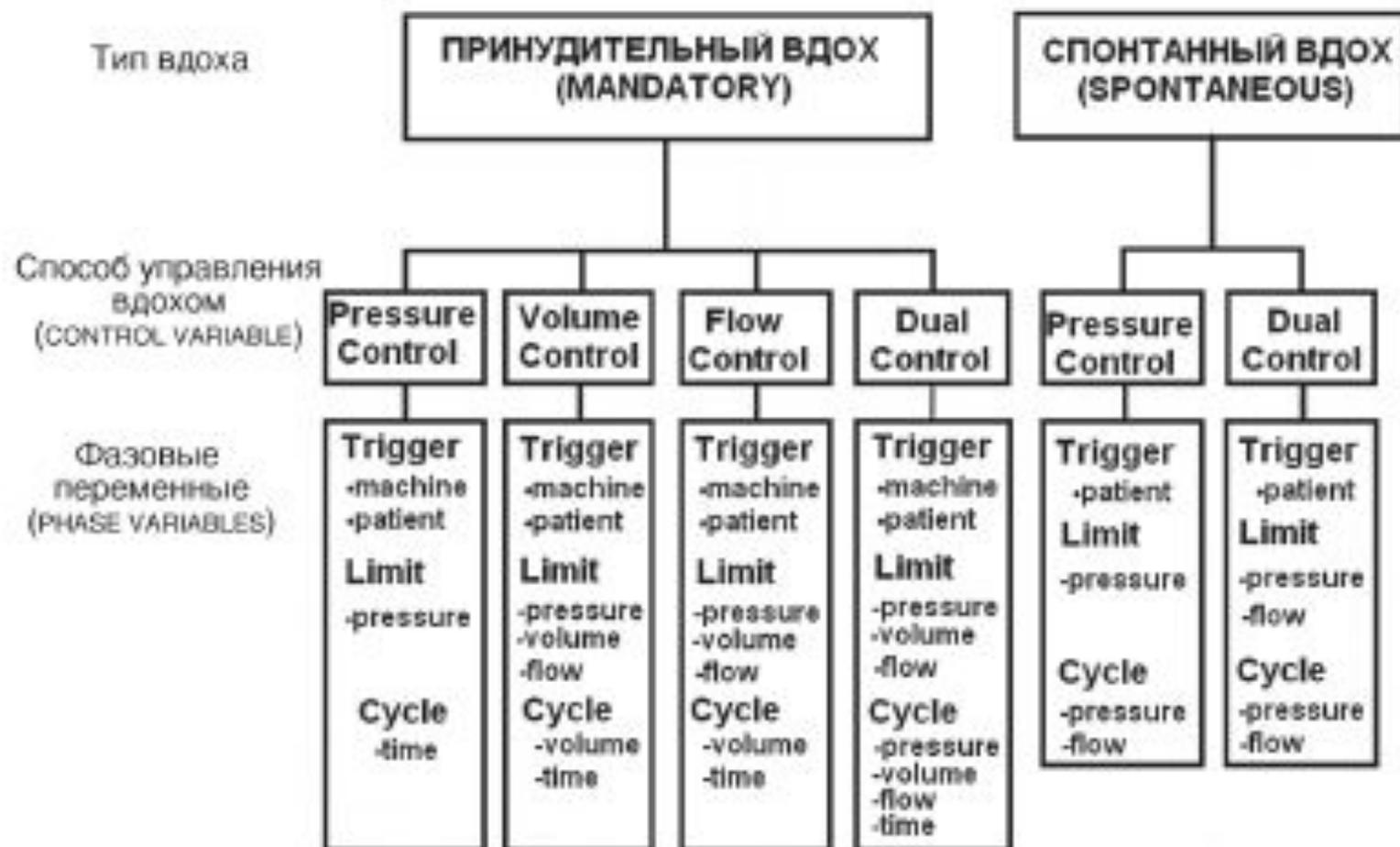
Программа «Baseline»



поддерживает нижний уровень давления на выдохе.

# Согласование вдохов

- все вдохи принудительные, – это **CMV (continuous mandatory ventilation)**
- все вдохи самостоятельные, – это **CSV (continuous spontaneous ventilation)**
- принудительные вдохи чередуются с самостоятельными, – это **IMV (intermittent mandatory ventilation)**



# Паттерны ИВЛ

## Способы согласования

	CMV	IMV	CSV	
способы управления	VC	VC-CMV	VC-IMV	
	PC	PC-CMV	PC-IMV	PC-CSV
	DC	DC-CMV	DC-IMV	DC-CSV

---

Восемь паттернов ИВЛ:

**VC-CMV**      Volume controlled continuous mandatory ventilation

**PC-CMV**      Pressure controlled continuous mandatory ventilation

**DC-CMV**      Dual controlled continuous mandatory ventilation

**VC-IMV**      Volume controlled intermittent mandatory ventilation

**PC-IMV**      Pressure controlled intermittent mandatory ventilation

**DC-IMV**      Dual controlled intermittent mandatory ventilation

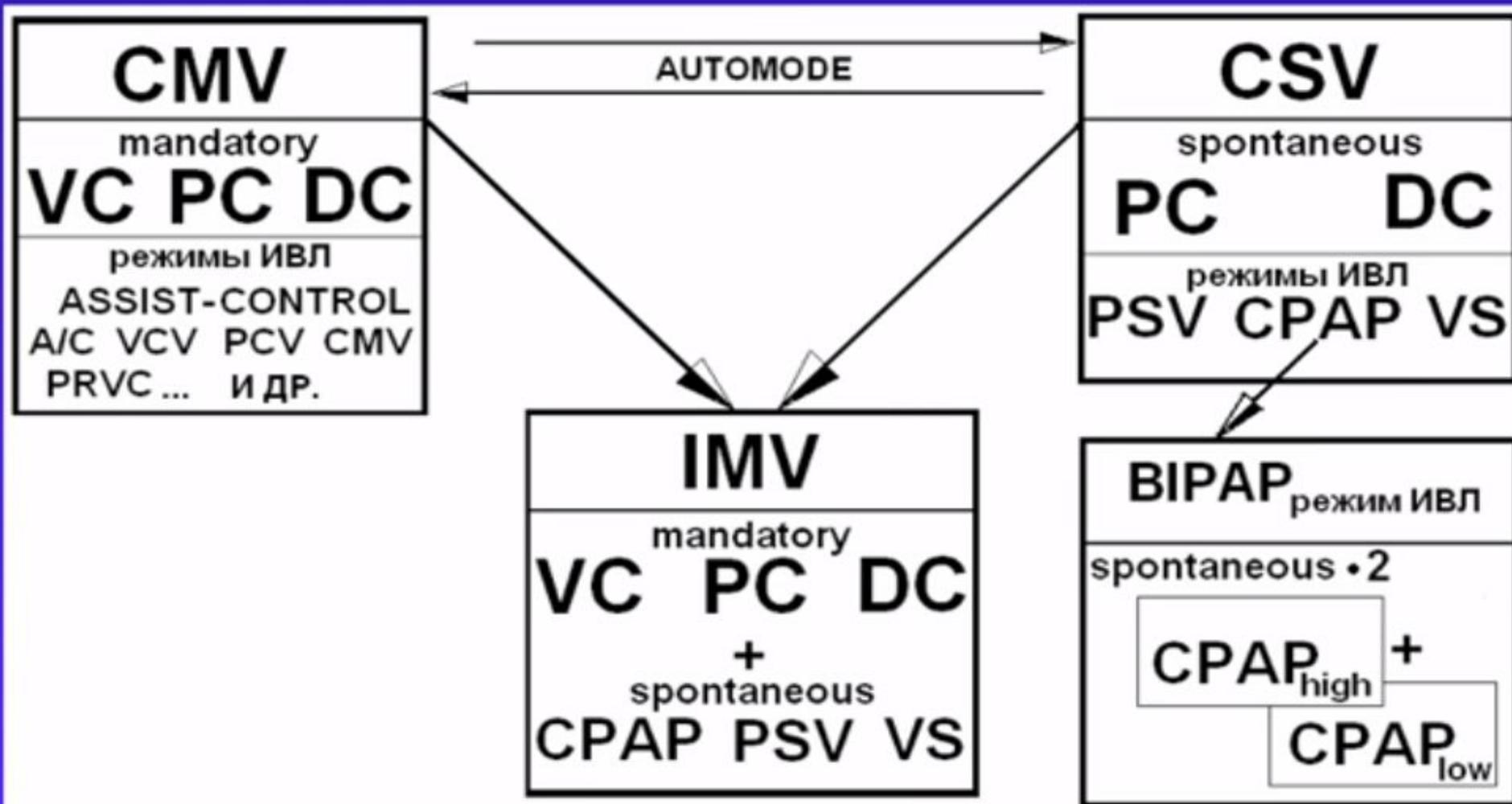
**PC-CSV**      Pressure controlled continuous spontaneous ventilation

**DC-CSV**      Dual controlled continuous spontaneous ventilation

- Базовая концепция управления аппаратом ИВЛ с использованием обратной связи в настоящее время представлена пятью различными принципами управления:
  - **1. Setpoint control.** «точное выполнение приказа»
  - **2. Auto-setpoint control.** «выполнение приказа доступными средствами (в течение одного вдоха)»
  - **3. Servo control.** «изменение параметра ИВЛ в соответствии с изменением потребности пациента (в течение одного вдоха)»
  - **4. Adaptive control.** «Адаптация к респираторным характеристикам пациента»
  - **5. Optimal control.** «сделаю сам»

- Чтобы описать режим ИВЛ нужно назвать:
- – паттерн ИВЛ, состоящий из способа управления вдохом и варианта согласования ВДОХОВ
- – указать принцип управления режимом ИВЛ (1. setpoint control, 2. auto-setpoint control, 3. servo control, 4. adaptive control, 5. optimal control)
- – особенности вентиляционной стратегии для принудительных и спонтанных вдохов (фазовые переменные, условные переменные и операционная логика)

# Все режимы можно разложить на 4 группы



# CMV

- 1. «Controlled mandatory ventilation» («CMV»)
- 2. «Continuous mechanical ventilation» («CMV»)
- 3. «Controlled mechanical ventilation» («CMV»)
- 4. «Control mode»
- 5. «Continuous mandatory ventilation + assist»
- 6. «Assist control» («AC»)
- 7. «Assist/control» («A/C»)
- 8. «Assist-control ventilation» («ACV») («A-C»)
- 9. «Assisted mechanical ventilation» («AMV»)
- 10. «Assisted controlled mechanical ventilation»
- 11. «Assist control mechanical ventilation»
- 12. «Volume controlled ventilation» («VCV»)
- 13. «Volume control» («VC»)
- 14. «Volume control assist control»
- 15. «Volume cycled assist control»
- 16. «Ventilation + patient trigger» •
- 17. «Assist/control +pressure control» •
- 18. «Pressure controlled ventilation» («PCV») •
- 19. «Pressure controlled ventilation + assist» •
- 20. «Pressure control» («PC») •

# Контролируемая механическая вентиляция легких (Continuous mandatory ventilation – CMV)

- Под термином понимают постоянную принудительную вентиляцию, контролируемую по объему (поток/время), с дыхательным циклом, инициируемым по времени.

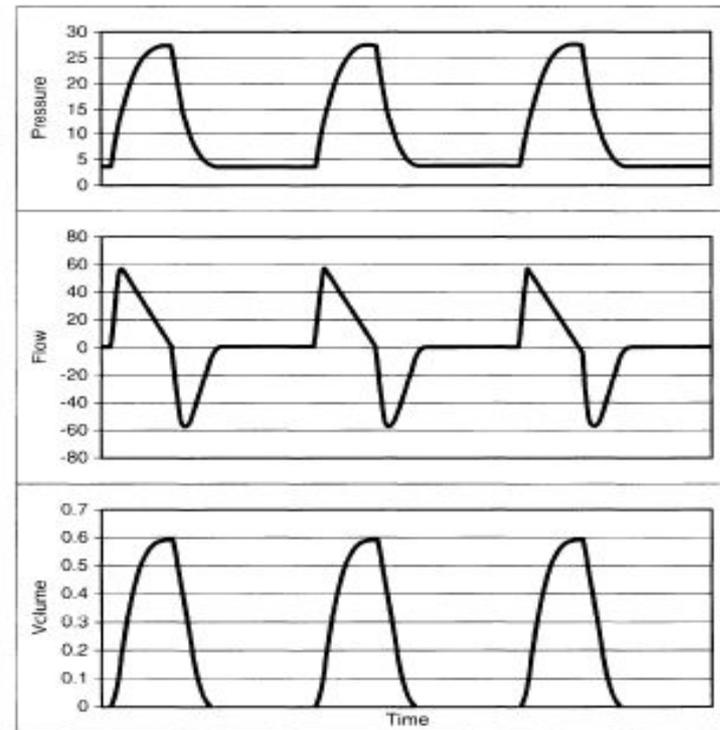
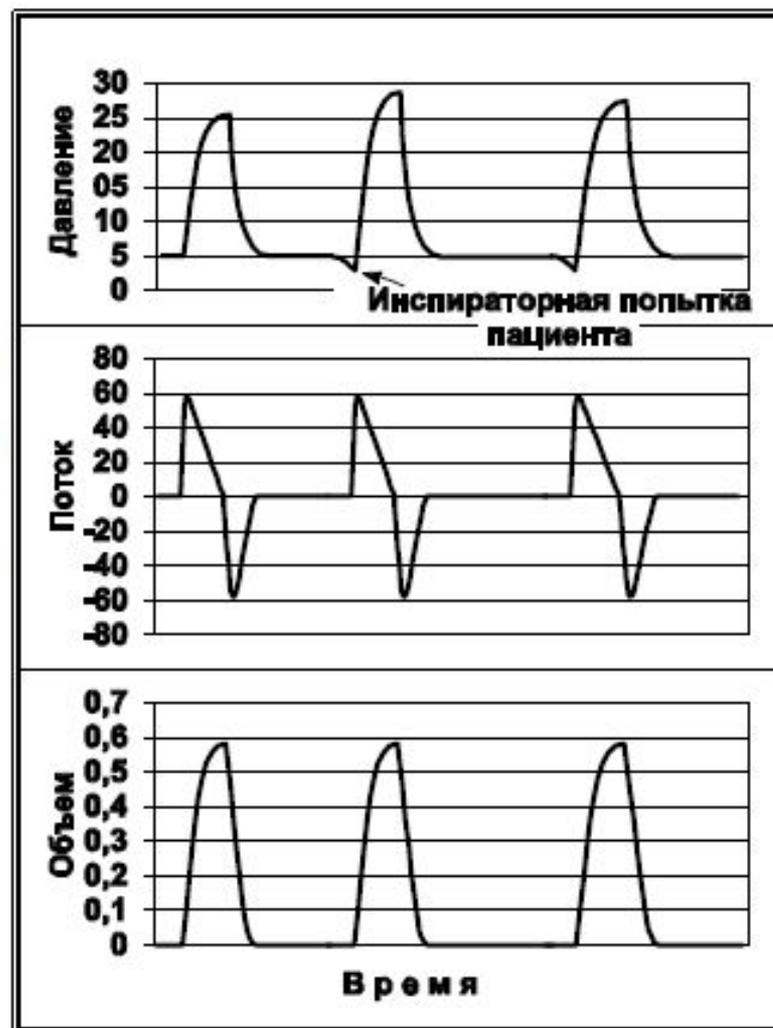


Рис. 6.6. Кривые P-T, V-T, Flow-T при контролируемой вентиляции легких

# Вспомогательная/контролируемая механическая вентиляция (AssistCMV)

- постоянная принудительная вентиляция, контролируемая по объему,
- триггеруемая по давлению (по потоку) или по времени,
- с переключением фаз дыхательного цикла по времени (объему).
- Минимально необходимая частота и дыхательный объем в этом режиме задаются оператором.

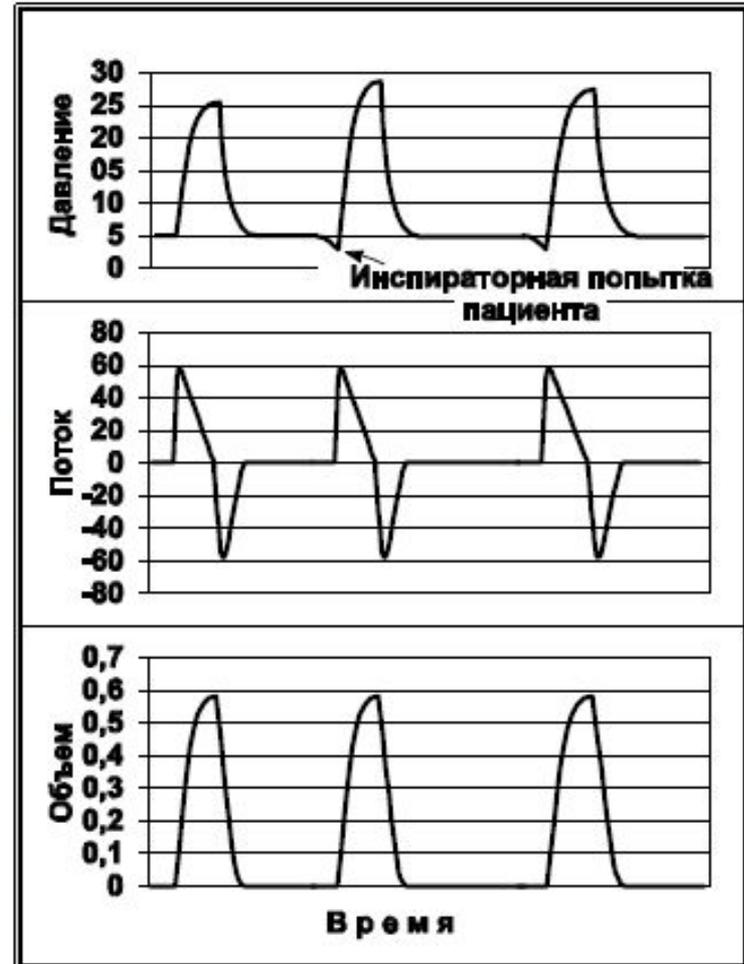


# Принудительная вентиляция, инициируемая пациентом (Assisted mandatory ventilation – AMV)

- Данный режим вентиляции подает заданный дыхательный объем при каждой дыхательной попытке больного.
- применяется в случаях, когда необходимо протезировать функцию внешнего дыхания у пациентов, находящихся в сознании.

# Вентиляция, контролируемая по давлению (Pressure control ventilation – PCV)

- режим постоянной принудительной вентиляции легких, контролируемой по давлению, с инициацией вдоха по времени и с переключением с вдоха на выдох также по времени.
- в сочетании с IMV в неонатологии
- PCV, как режим постоянной принудительной вентиляции (CMV-PC, PC-IRV), используется при тяжелом повреждении легких.



# Двойное управление Dual control

- **PCV VCV Достоинства – больше комфорта, легче синхронизация, меньше угроза баротравмы, волюмотравмы**
- Недостатки – нестабильные дыхательный и минутный объёмы вентиляции
- **VCV Достоинства – стабильные дыхательный и минутный объёмы вентиляции**
- Недостатки – угроза баротравмы, волюмотравмы, меньше комфорта, труднее синхронизация

# Коммерческие названия режимов, принудительной ИВЛ использующих принцип двойного управления (Dual Control

## Breath-to-Breath)

- : 1.«Pressure-Regulated Volume Control» (Siemens Servo 300, Servo-I, Inspiration-LS E-Vent),
- 2.«Autoflow» (Drager Evita 4),
- 3.«VC+» (PB-840),
- 4.«Volume targeted pressure control» «VTPC» (Newport e500),
- 5.«Adaptive pressure ventilation» «APV» (Hamilton Galileo).

# Активный клапан выдоха

- • Все современные режимы принудительной ИВЛ с двойным управлением работают с активным клапаном выдоха
- • Это делает их похожими на двухуровневые режимы: Airway Pressure Release Ventilation/ Bilevel Pressure Ventilation / SPAP

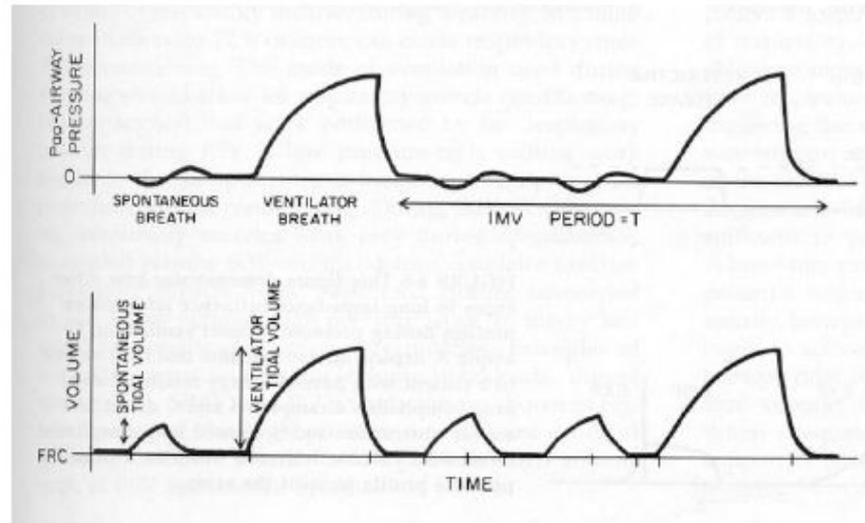


# Переменяющаяся принудительная вентиляция легких (Intermittent Mandatory Ventilation - IMV)

- В этом режиме вентилятор дает возможность больному дышать самостоятельно, но периодически (с заданной частотой) подает принудительные вдохи.
- Преимуществами: улучшение наполнения правого желудочка, возможность контроля рабочего  $P_aCO_2$  пациентом с ХОБЛ, лучшая вентиляция базальных сегментов легких и нормализация  $V/Q$  отношения при спонтанных вдохах.
- Недостатки отсутствие синхронизации дыхания больного и принудительной вентиляции респиратором,
- Использование IMV может быть связано с большой работой больного по обеспечению самостоятельного дыхания. Аппарат должен создавать инспираторный поток не ниже 90 л/мин для того, чтобы удовлетворить потребность больного в пиковом инспираторном потоке.

# IMV

- 1. VC-IMV + PC-CSV
- 2. VC-IMV + DC-CSV
- 3. VC-IMV + CPAP
- 4. PC-IMV + CPAP
- 5. PC-IMV + PC-CSV
- 6. PC-IMV + DC-CSV
- 7. DC-IMV + CPAP
- 8. DC-IMV + PC-CSV
- 9. DC-IMV + DC-CSV
- 10. «Mandatory minute ventilation» («MMV») Dräger
- 11. «Adaptive support ventilation» «ASV»



*Ingento EP & Drazen J: Mechanical Ventilators, in Hall JB, Scmidt GA, & Wood LDH(eds.): Principles of Critical Care*

## Синхронизированная

перемежающая принудительная  
вентиляция (Synchronized  
intermittent mandatory ventilation –  
SIMV)

- принудительные вдохи подаются не в строго положенное время, а возможен дрейф по времени в пределах триггерного окна с целью синхронизации с самостоятельным дыханием больного

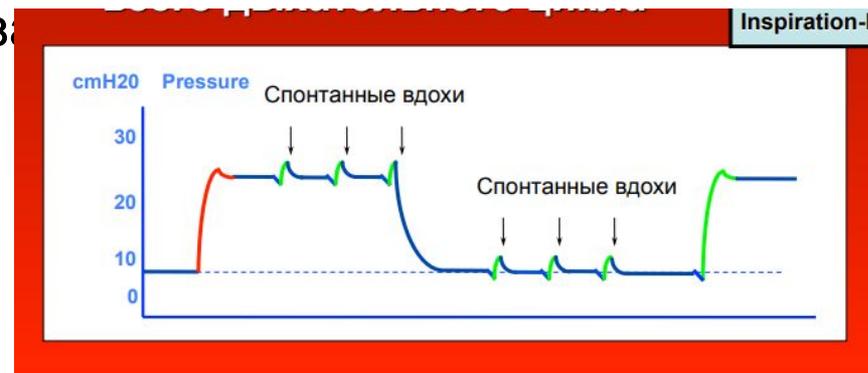
- Перед постоянной принудительной вентиляцией SIMV может обладать следующими преимуществами:
- - комфорт больного, уменьшение дозы или отмена седативных препаратов и миорелаксантов;
- - предотвращение атрофии дыхательной мускулатуры;
- - сохранение тонуса диафрагмы при тяжелом повреждении легких способствует поддержанию вентиляционно-перфузионных отношений;
- - возможность постепенного снижения респираторной поддержки.
- К недостаткам этого режима можно отнести увеличение риска задержки  $CO_2$ , увеличение работы дыхания и др.

# Вентиляция поддержкой давлением (Pressure support ventilation - PSV)

- Режим PSV применяется при различных формах ОДН, у пациентов, которые могут инициировать дыхательные циклы, но не могут обеспечить требуемой минутной вентиляции; при отлучении от аппарата, особенно при удлинении этого периода.

# Постоянное положительное давление в дыхательных путях (Continuous Positive Airway Pressure - CPAP)

- спонтанные вдохи имеют ограничение по давлению, которое остается приблизительно одинаковым (уровень ПДКВ) в течение вдоха и выдоха
- Этот режим широко используется при отлучении больного от респиратора, при кардиогенном отеке легких, послеоперационных ателектазах

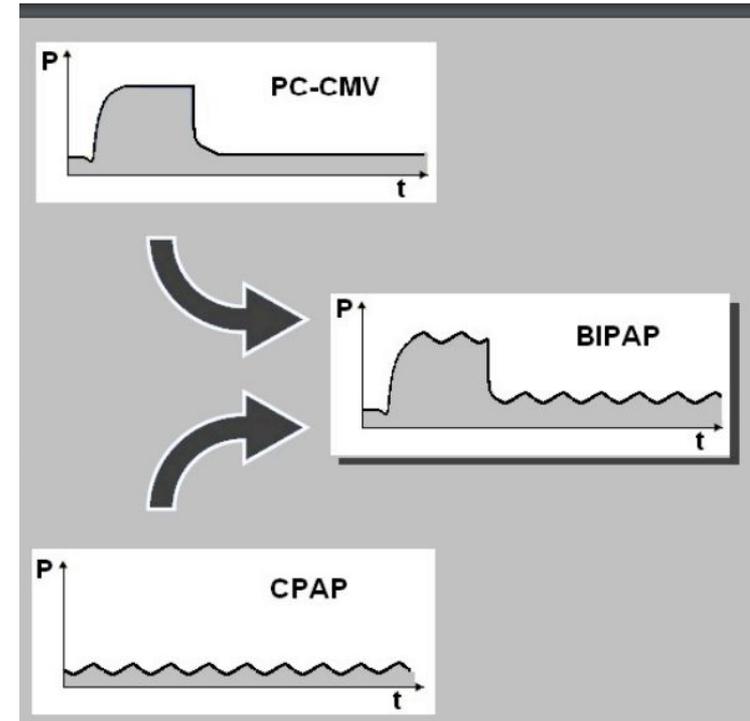


- CPAP – это режим вентиляции, а PEEP -поддержание конечного экспираторного давления выше атмосферного при работе в различных режимах, таких как СМВ и СИМВ

# BiPAP

(bi level airway pressure).

- «BiPAP» – это режим спонтанной вентиляции на двух уровнях CPAP с переключением с одного уровня давления на другой через заданные временные интервалы.
- Данный режим может быть использован для вентиляции пациентов с критическими состояниями различного генеза как с интактными легкими, так и с ОПЛ различной степени тяжести.



# Названия режимов аналогов Airway Pressure Release Ventilation/ Bi-level Pressure Ventilation

- Названия режимов на основе двух уровней CPAP
- 1 названия, принадлежащие фирмам:
  - 1.1. «Biphasic positive airway pressure» («BIPAP») Dräger
  - 1.2 «Duo-PAP» Hamilton Galileo
  - 1.3 «ARPV/ Biphasic» Viasys Avea
  - 1.4 «BiVENT» «Bi-vent» MAQUET Servo-s, Servo-l
  - 1.5 «Bilevel» Puritan Bennett 840
  - 1.6 «SPAP» E-Vent Inspiration LS •
- 2 названия, доступные всем:
  - 2.1 «Airway pressure release ventilation» («APRV»)
  - 2.2 «Intermittent CPAP».
  - 2.3 «CPAP with release».

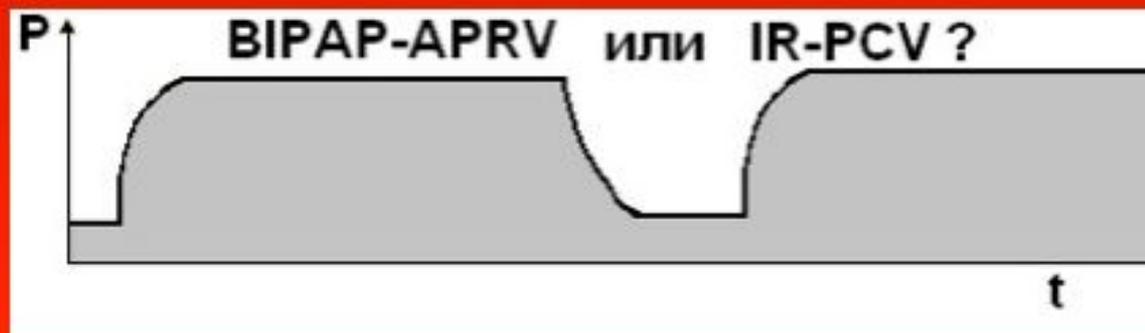
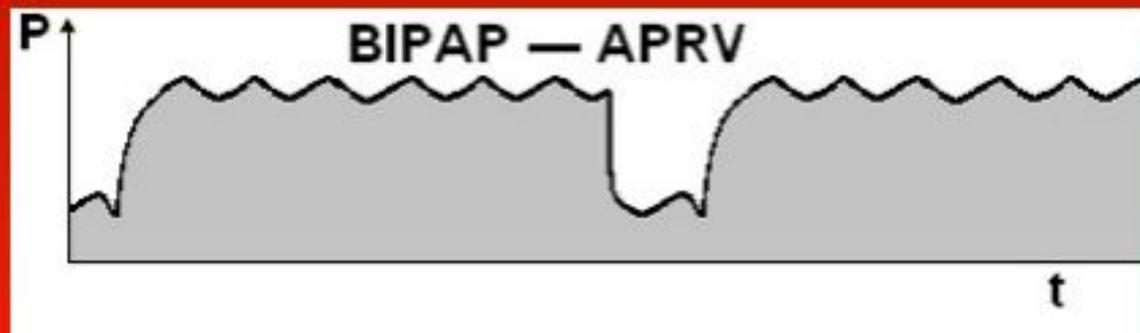
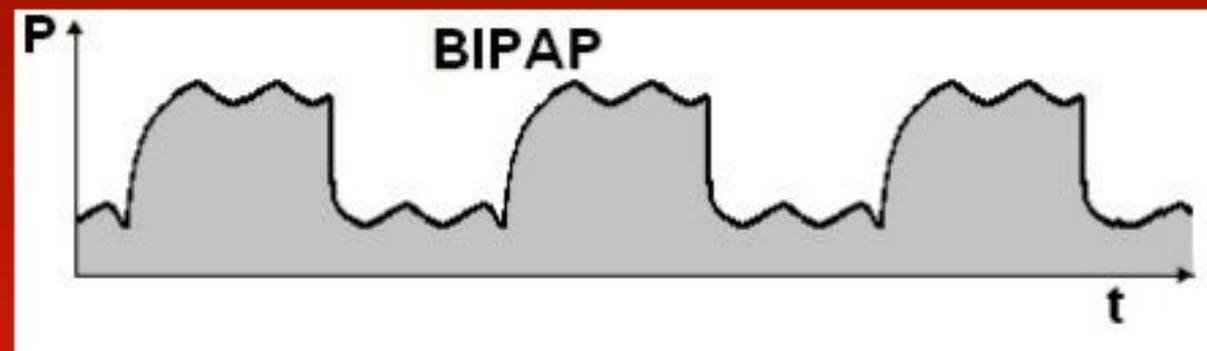
# Вентиляция со сбрасываемым давлением (APRV airway pressure release ventilation)

- представляется в виде двух уровней CPAP вентиляции, что позволяет больному самостоятельно дышать на двух уровнях давления. Каждый из них, как правило, инициируется и сменяется по времени, в некоторых респираторах смена уровней давления (фаз дыхательного цикла) может инициироваться больным.

# Зачем нужны эти режимы ИВЛ?

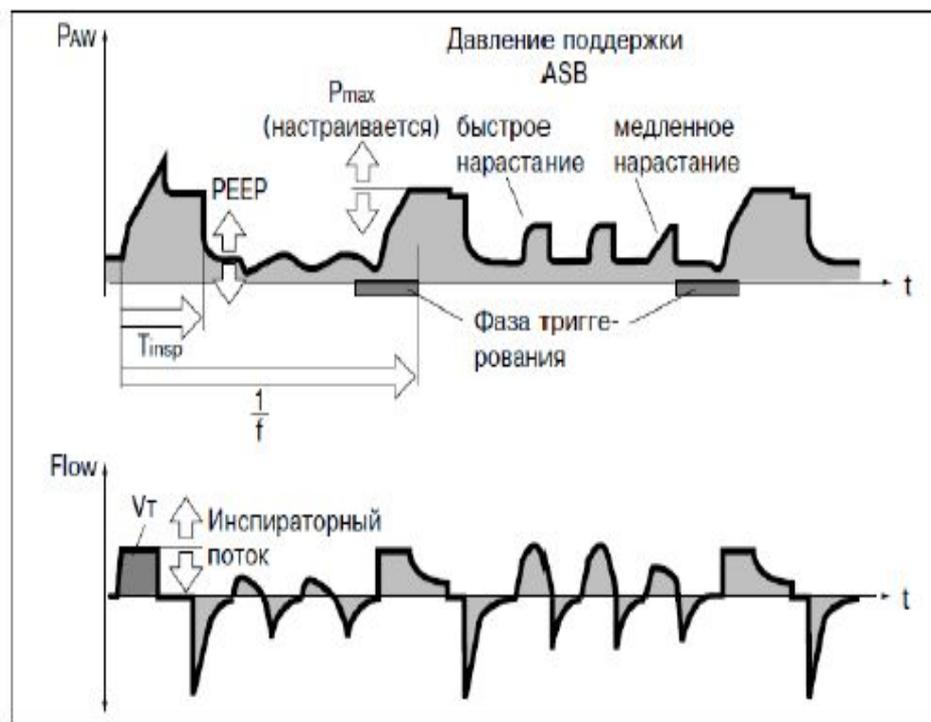
- ВІРАР задачей разработчиков этого режима было сохранение спонтанной дыхательной активности пациента на ИВЛ и адаптация работы аппарата к пациенту без использования седации.
- APRV Целью создателей было сохранить достоинства режимов с удлиненной фазой вдоха («IR-PCV»), улучшив адаптацию работы аппарата ИВЛ к пациенту. То есть, при применении «APRV» удаётся удерживать лёгкие пациента в максимально «открытом» состоянии без использования седации.

# BIPAP и APRV



# Принудительная минутная вентиляция (Mandatory Minute Ventilation - MMV)

- это режим вентиляции с контролем по объему или по давлению. В настоящее время в основном используется для прекращения вентиляционной поддержки. Он гарантирует минимальный уровень вентиляции при спонтанном дыхании больного.



- «Volume Support» – режим вентиляции на основе «Pressure support ventilation», в котором аппарат ИВЛ изменяет уровень давления поддержки для доставки целевого дыхательного объёма (target tidal volume) .

*Высокочастотная вентиляция с положительным давлением (high-frequency positive pressure ventilation – HFPPV)*

- Частота варьирует от 60 до 100 в мин (1-1,7 Гц), дыхательный объем хотя и уменьшен, но больше расчетного мертвого пространства. Одно из преимуществ такого режима – уменьшение пикового и среднего давления в дыхательных путях.

# *Высокочастотная инжекционная вентиляция* (high-frequency jet ventilation - HFGV)

- обеспечивает частоту приблизительно от 100 до 600 циклов в минуту (1,7-10 Гц), дыхательный объем часто меньше объема мертвого пространства.
- Используется специальный инжекционный механизм, который направляет сжатый газ в нижние дыхательный пути с заданной частотой. Этот метод вентиляции незаменим, когда необходимо проведение ИВЛ в условиях негерметичного контура (операции на гортани и трахее)

# *высокочастотная*

## *осцилляторная вентиляция (high frequency oscillation – HFO)*

- частота от 3000 до 4000 циклов в минуту (50-66,7 Гц). Дыхательный объем значительно меньше расчетного мертвого пространства, механизм, с помощью которого достигается альвеолярная вентиляция, до конца не известен. Этот режим уникален тем, что как инспираторная, так и экспираторная фаза являются активными.

# Источники информации:

- *NSICU.RU*
- *РУКОВОДСТВО ПО АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И РЕАНИМАТОЛОГИИ Под редакцией профессора Ю.С. ПОЛУШИНА*
- *АСИНХРОНИИ и графика ИВЛ Полупан А.А., Горячев А.С., Савин И.А*
- *А. С. Горячев, И. А. Савин Основы ИВЛ издание 3-е: – М., ООО «МД», 2013*