

Архангельск-2011



# Современные режимы ИВЛ

Отделение реанимации

w  
w  
w  
·  
n  
s  
i  
c  
u  
·  
r  
u



М  
о  
с  
к  
в  
а

НИИ нейрохирургии  
им. Бурденко РАМН

**А.С.Горячев И.А.Савин**

**НИИ Нейрохирургии им Н.Н.Бурденко**

**Москва**



# Их много...!

## Режимы принудительной ИВЛ

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»

# Их много...!

## Режимы принудительной ИВЛ

- 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»)
- 21. «Pressure control assist control»
- 22. «Time cycled assist control»
- 23. «Intermittent positive pressure ventilation» «PCV»
- 24. «Pressure-regulated volume control» «PRVC»
- 25. «Volume targeted pressure control» «VTPC»
- 26. «Adaptive pressure ventilation» «APV»
- 27. «IPPV-AutoFlow»
- 28. «Volume control+» «VC+»

# Их много...!

## Режимы ИВЛ 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»

# Их много...!

## 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-i
  - 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».



# Их много...!

## Режимы спонтанной ИВЛ

1. **«Pressure cycled ventilation»**
2. **«Constant positive airway pressure» «CPAP»**
3. «Positive end-expiratory pressure» («PEEP»).
4. «End-expiratory pressure» («EEP»).
5. «Expiratory positive airway pressure» («EPAP»).
6. «Continuous distending pressure» («CDP»).
7. «Continuous positive pressure breathing» («CPPB»)
8. **«Pressure support ventilation» «PSV»**
9. «Inspiratory assist» («IA»).
10. «Inspiratory pressure support» («IPS»).
11. «Spontaneous pressure support» («SPS»).
12. «Inspiratory flow assist» («IFA»).
13. «Assisted spontaneous breathing» («ASB»)

### Режимы спонтанной вентиляции с двойным управлением

14. **«Volume targeted pressure support», «VTPS»,**
15. **«Volume Support», «VS»**

### Интеллектуальные режимы

16. **«PPS» «Proportional pressure support»**
17. **«PAV» «Proportional assisted ventilation»**
18. **«SMARTCARE/PS»**
19. **«NAVA» «Neurally Adjusted Ventilatory Assist»**

«CMV»  
«AC»  
«A/C»  
«AMV»  
«ACV»  
«VCV»  
«PCV»  
«PRVC»  
«VTPC»  
«APV»  
«VC+»  
«AutoFlow»  
«**BIPAP**»  
«**Duo-PAP**»  
«**Biphasic**»  
«**BiVENT**»  
«**Bilevel**»  
«**SPAP**»  
«**APRV**»  
«**SPS**»  
«**PS**»  
«**PSV**»  
«**MMV**»  
«**ASV**».....





**Что делать?**

# Роберт Чатбурн

## Robert L. Chatburn

University Hospitals of Cleveland  
Case Western Reserve University

**Согласительная  
конференция по  
аппаратам ИВЛ  
Американской  
ассоциации  
респираторной терапии  
«Новая классификация  
режимов ИВЛ»**

Respir Care 2001; 46: 604-621



# Основы ИВЛ



**NSICU.RU**

А.С. Горячев И.А. Савин

Цель этой книги, – рассказать, как наши коллеги, врачи-реаниматологи, во всём мире договорились классифицировать режимы ИВЛ. Автором классификации является профессор Кливлендского университета Роберт Чатбурн (Robert L. Chatburn).



Горячев А.С.

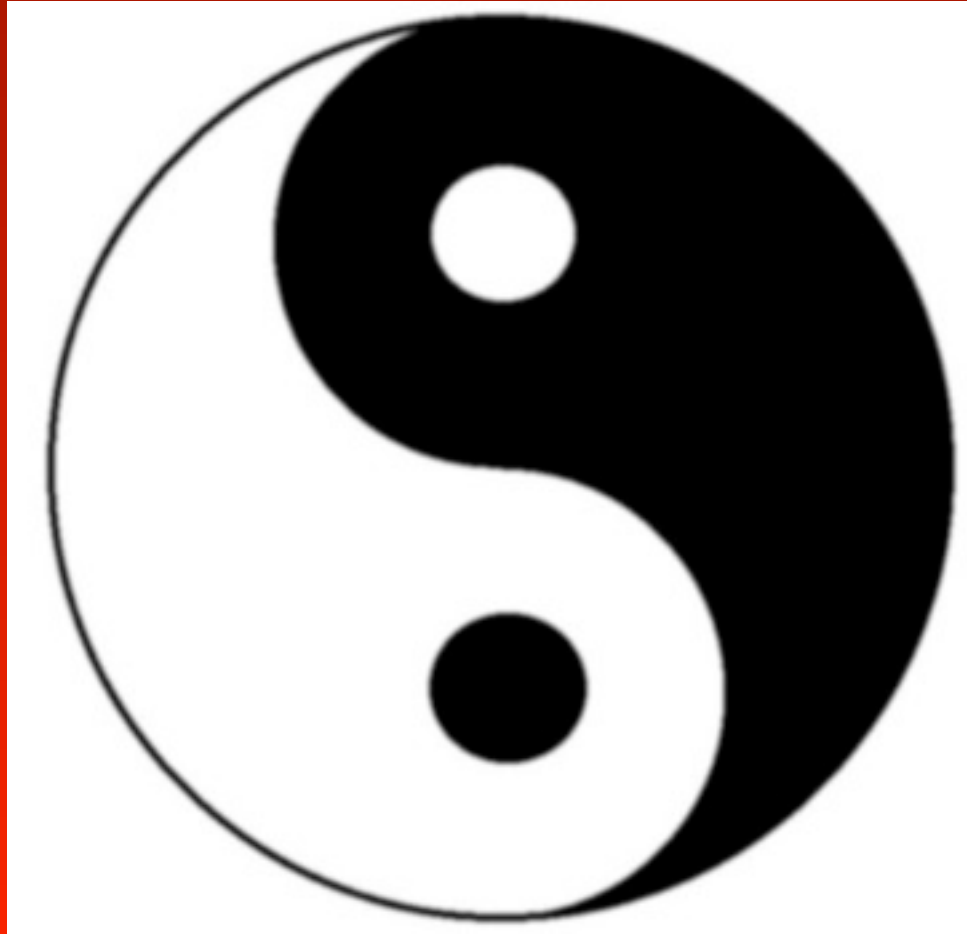


Савин И.А.

Эта классификация режимов ИВЛ утверждена на согласительной конференции по аппаратам ИВЛ (Consensus statement on the essentials of mechanical ventilators) Американской ассоциации по респираторной терапии и опубликована в 2001 году в 46 томе журнала «Respiratory Care» на стр. 604-621 под заголовком «A new system for understanding modes of mechanical ventilation».

# Зачем нужны новые режимы ИВЛ?

(Кто виноват?)

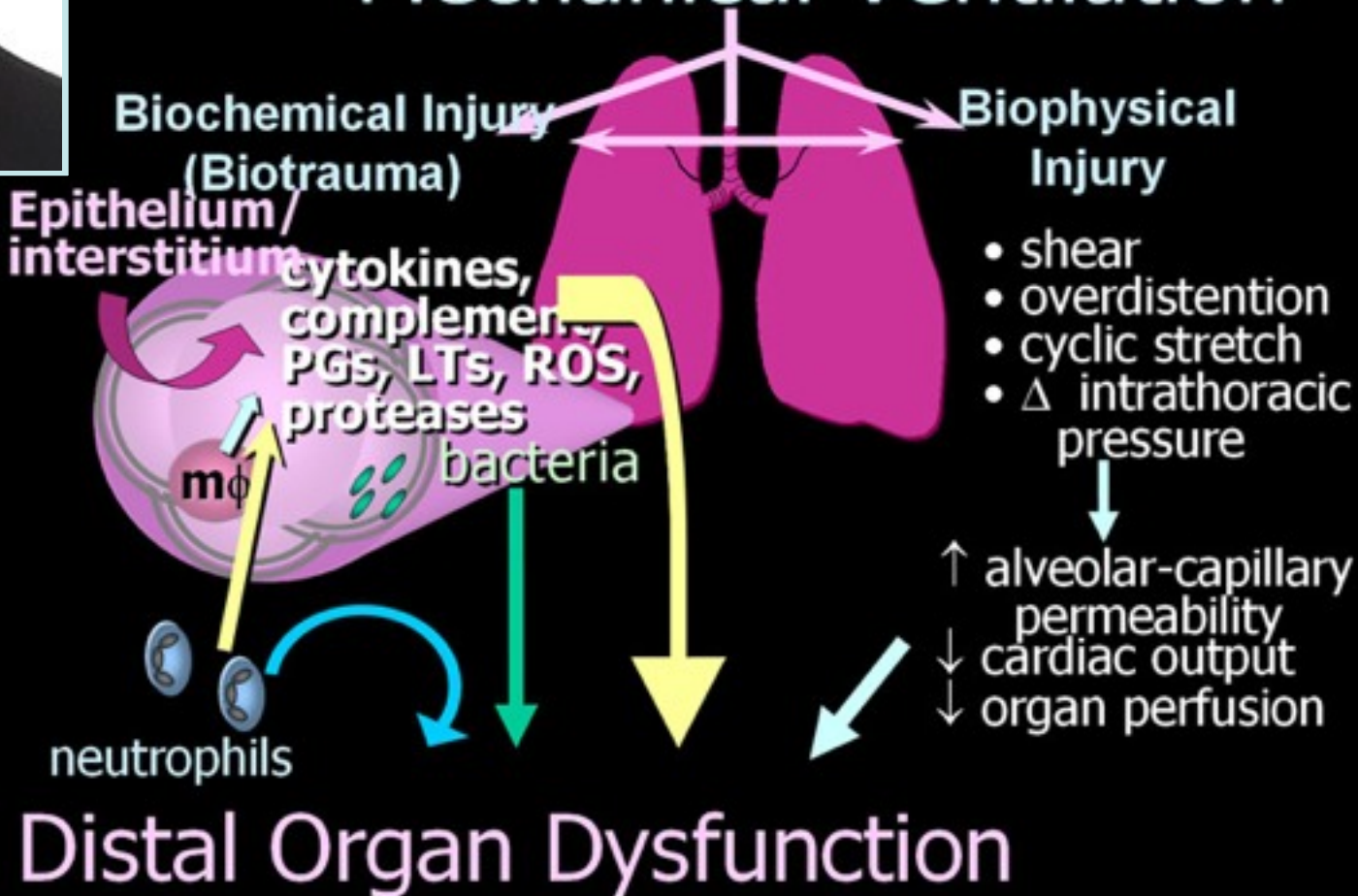






# Артур Слутский

## Mechanical Ventilation



Slutsky, Tremblay *Am J Resp Crit Care Med.* 1998;157:1721-5

# Атрофия мышц диафрагмы при ИВЛ

The NEW ENGLAND  
JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

MARCH 27, 2008

VOL. 358 NO. 13

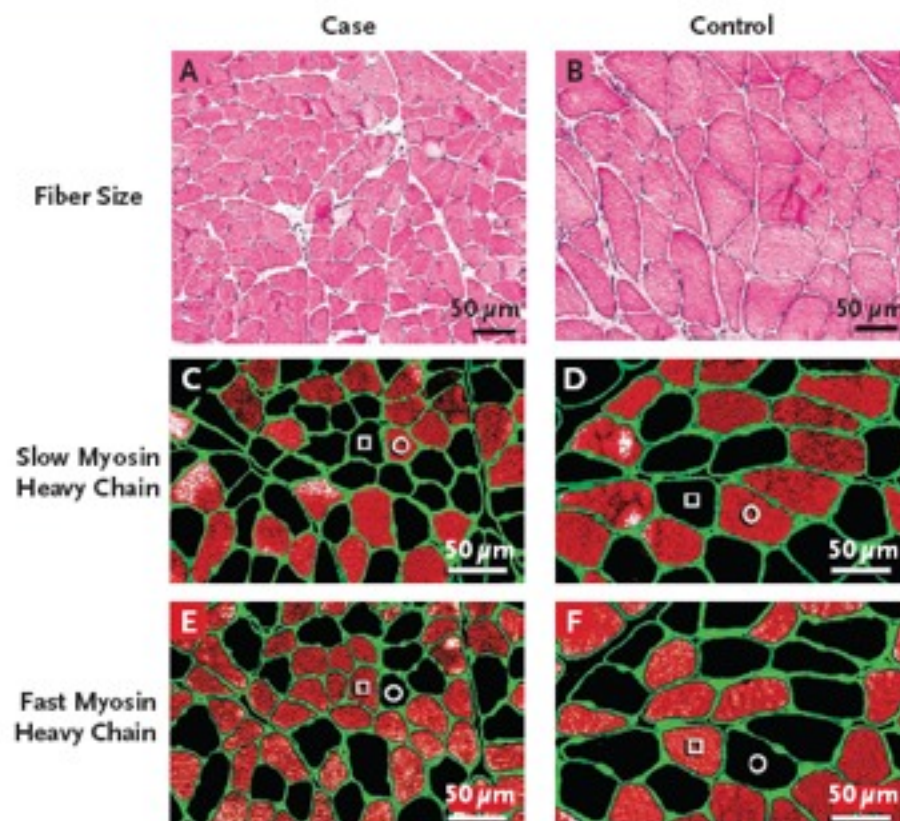
## Rapid Disuse Atrophy of Diaphragm Fibers in Mechanically Ventilated Humans

Sanford Levine, M.D., Taitan Nguyen, B.S.E., Nyali Taylor, M.D., M.P.H., Michael E. Friscia, M.D., Murat T. Budak, M.D., Ph.D., Pamela Rothenberg, B.A., Jianliang Zhu, M.D., Rajeev Sachdeva, M.D., Seema Sonnad, Ph.D., Larry R. Kaiser, M.D., Neal A. Rubinstein, M.D., Ph.D., Scott K. Powers, Ph.D., Ed.D., and Joseph B. Shrager, M.D.

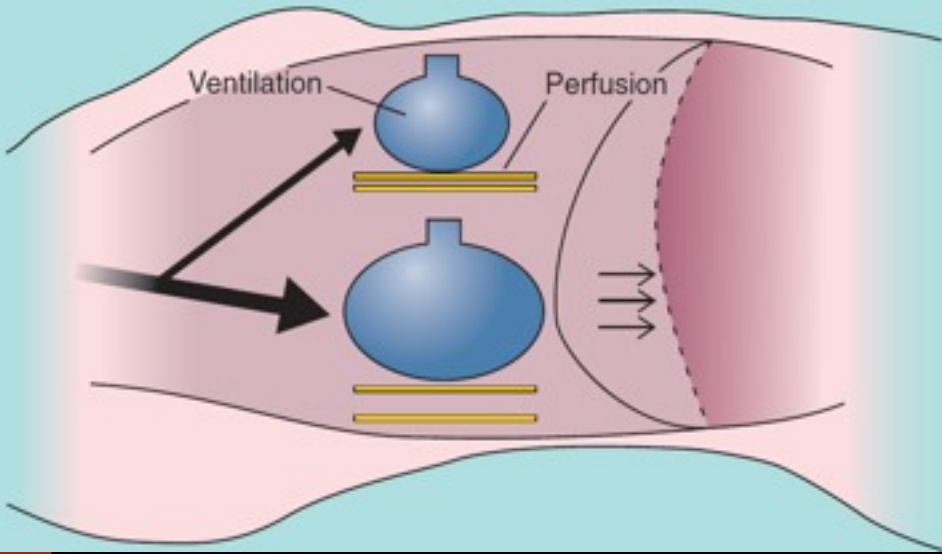
Сравнивались результаты биопсии диафрагмы

**ВЫВОД: Сочетание выключения дыхательной мускулатуры и ИВЛ в течение > 18 часов приводит формированию атрофии мышц диафрагмы.**

14 пациентов с диагнозом:  
«смерть мозга» -  
доноры органов и 8  
пациентов  
торакальной  
хирургии

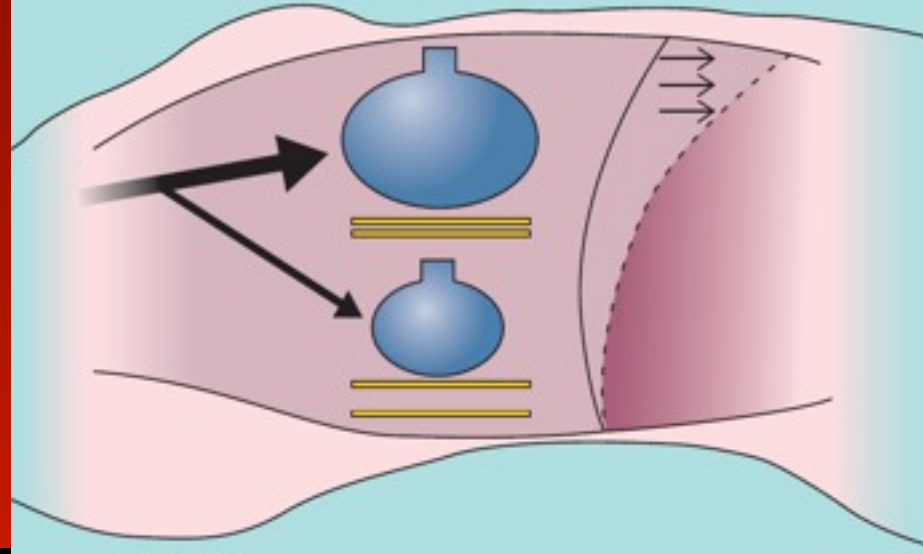


Anterior

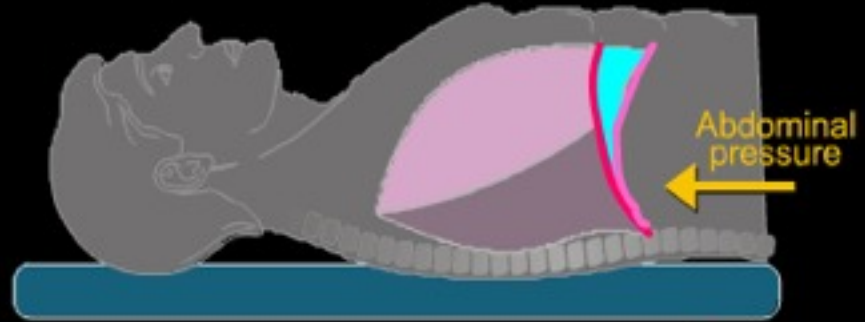
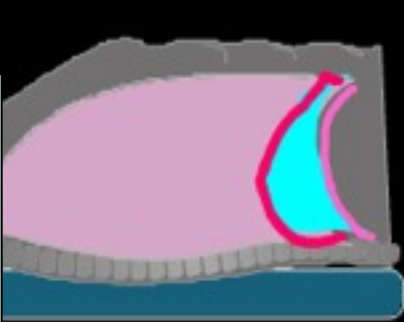


**spontaneous breathing**

Anterior



**controlled ventilation**



**courtesy of Paolo Pelosi**

**Паоло Пелози**



# Зачем нужны новые режимы ИВЛ?

1. Сохранить активность дыхательной мускулатуры
2. Снизить уровень седации
3. Предотвратить «конфликт» пациента с аппаратом
4. Облегчить и ускорить прекращение респираторной поддержки.
5. Улучшить результаты лечения



# **Заместить утраченную функцию не препятствуя спонтанному дыханию**

- **Airway Pressure Release Ventilation/  
Bi-level Pressure Ventilation**
- **Двойное управление - Dual control**
- **Automode**

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

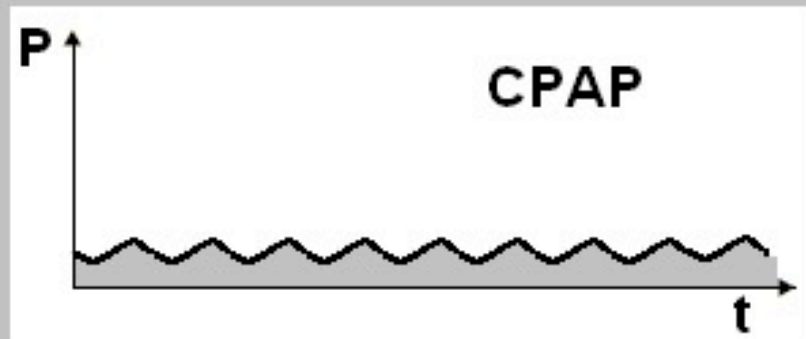
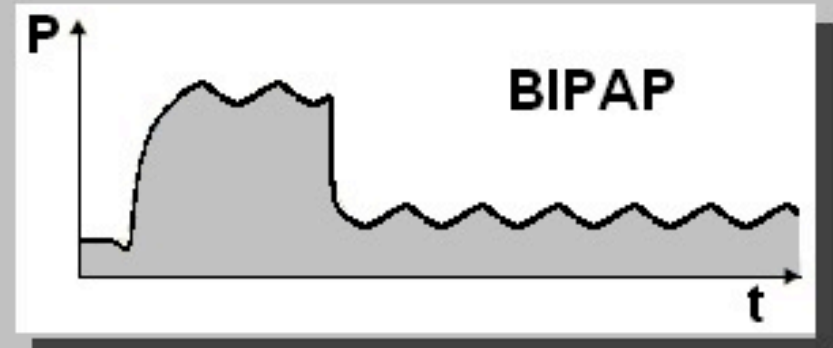
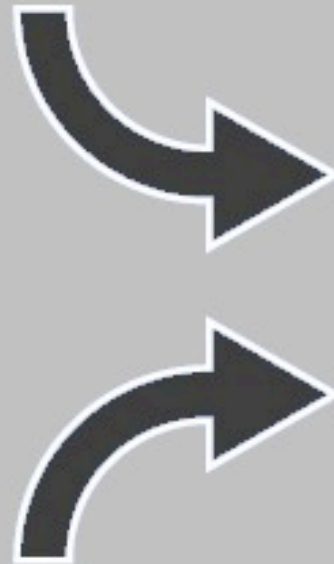
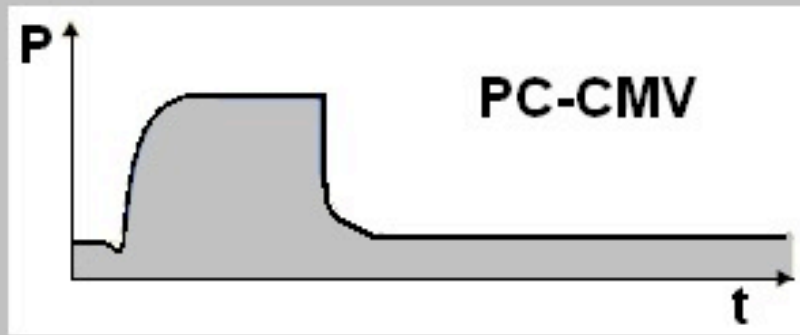
Названия режимов на основе двух уровней CPAP

- 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-i
  - 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».

# Эти режимы похожи как близнецы

В руководствах от фирмы Dräger обычно даются сразу два определения:

1. «BIPAP» – это режим спонтанной вентиляции на двух уровнях CPAP с переключением с одного уровня давления на другой через заданные временные интервалы.
2. «BIPAP» – это «Pressure control ventilation» с возможностью спонтанного дыхания в течение всего дыхательного цикла. Иными словами – спонтанное дыхание, совмещенное со стандартным режимом «PCV».





# 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. В результате был создан режим ИВЛ, который можно описать как РС-СМV (Pressure controlled continuous mandatory ventilation) с возможностью спонтанного дыхания в течение всего дыхательного цикла.

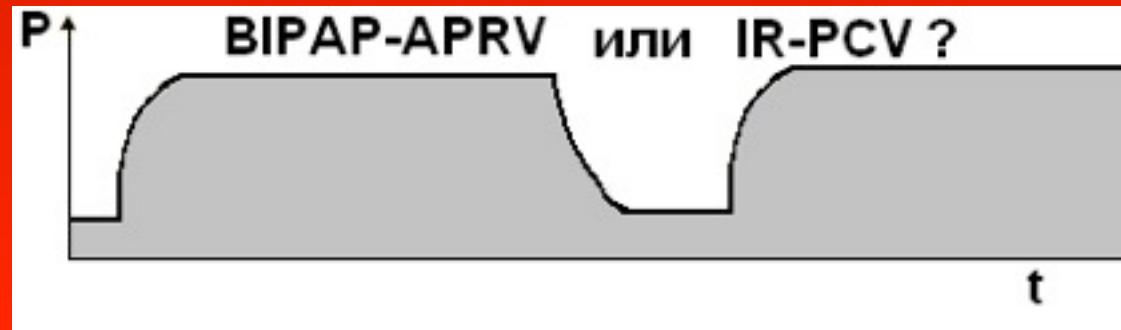
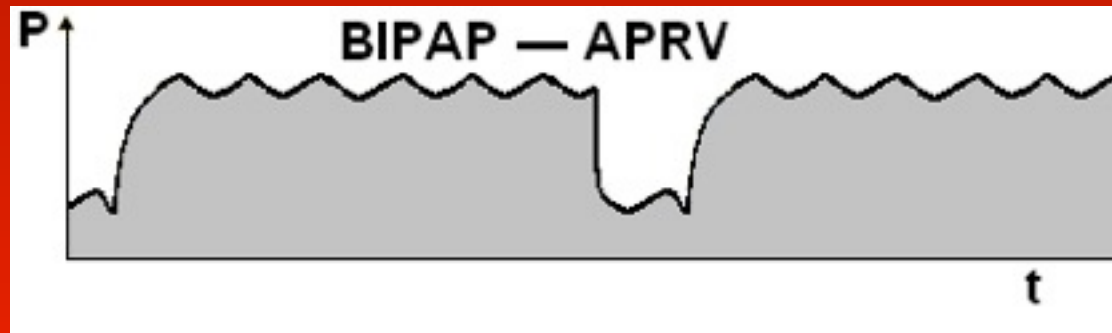
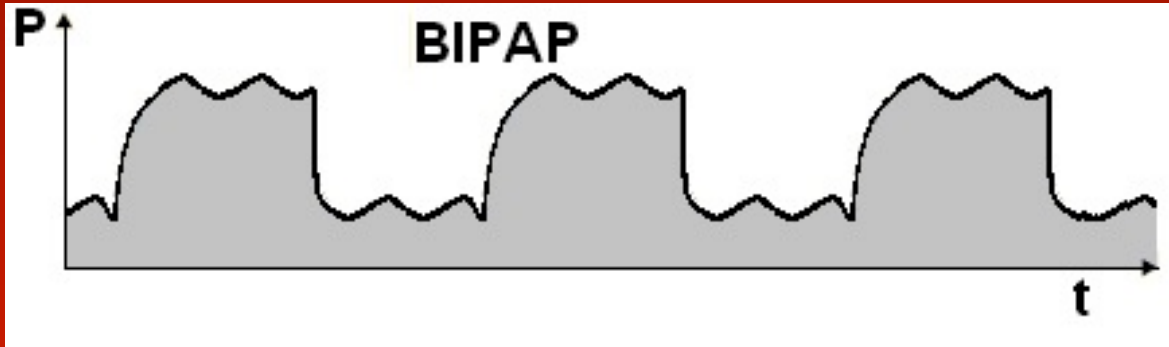
# Зачем нужны эти режимы ИВЛ?

**APRV** Целью создателей было сохранить достоинства режимов с удлинённой 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.

Как и при создании режима «BIPAP», ключом к решению этой задачи было сохранение спонтанной дыхательной активности у пациента на ИВЛ.

# ВІРАР и АРРВ

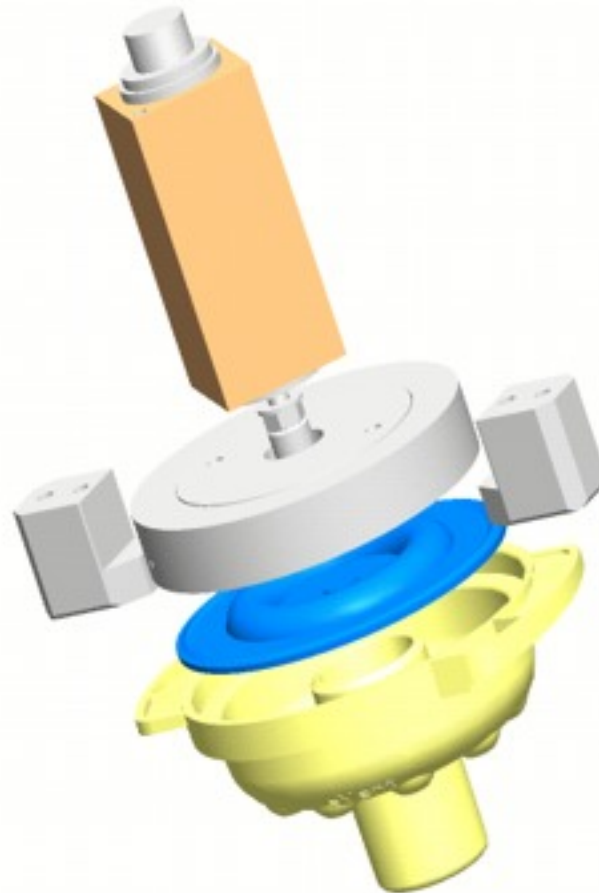


# **ВІРАР и АРРV**

**Задачи разные,  
а решение одно.**

# Техническое решение

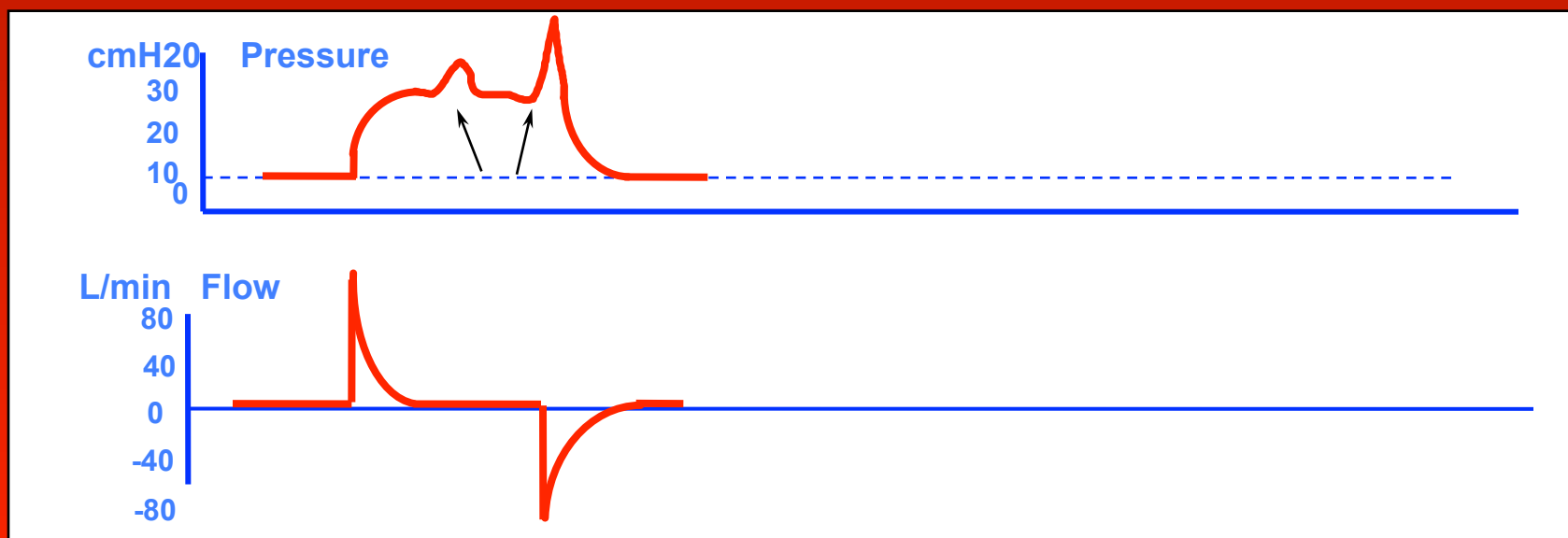
## Активный клапан выдоха (Active expiratory valve)





# Обычный клапан выдоха

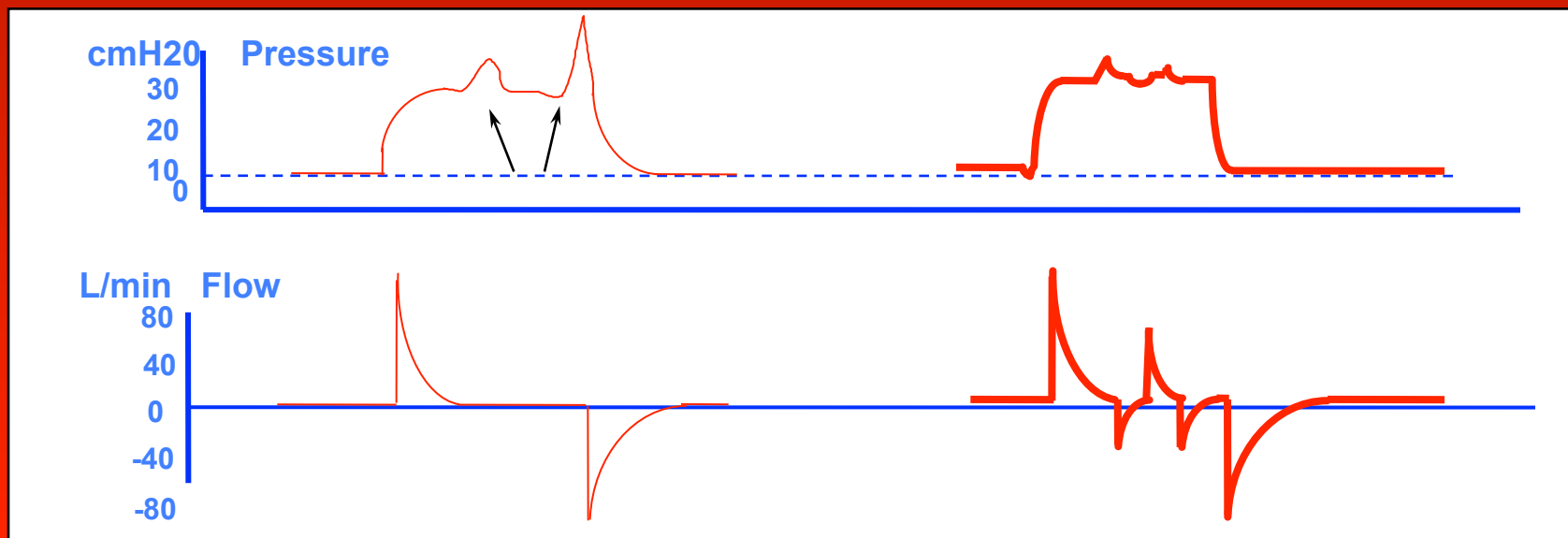
- Во время аппаратного вдоха закрыт
  - Если пациент пытается дышать или кашлять возникает конфликт с аппаратом ИВЛ



**Активный клапан выдоха** отличается от простого клапана выдоха, работающего по принципу да/нет (или открыт, или закрыт).

**Активный клапан выдоха** с электронным управлением позволяет пациенту дышать спонтанно на любом уровне давления в дыхательных путях.

Система управления клапаном, меняя сопротивление выдоху, обеспечивает постоянное предписанное давление в дыхательных путях в течение всего заданного временного интервала.



# Техническое решение

## Активный клапан выдоха

в этих режимах включён постоянно.

Главная особенность, что он работает в тот момент когда аппарат выполняет вдох управляемый по давлению.

Изящная вещь!

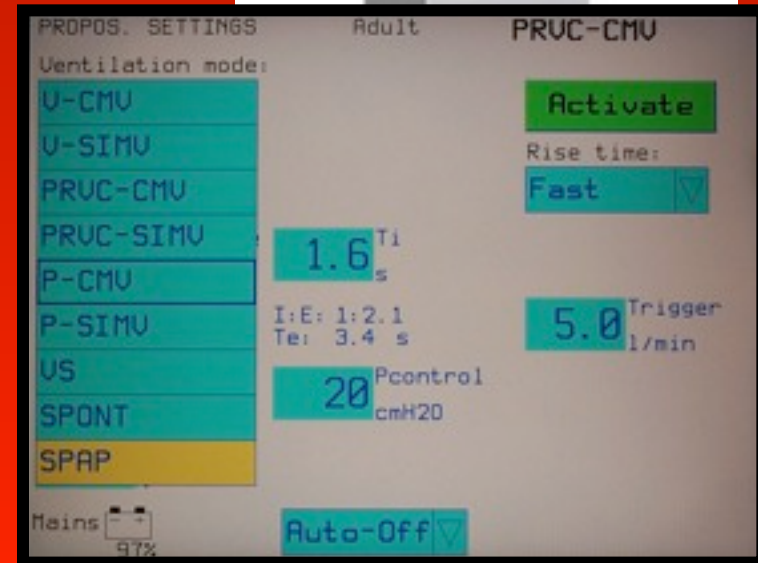
Ошибка в настройке и калибровке приведёт к блокированию спонтанного дыхания или к невыполнению аппаратного вдоха (весь вдох уйдёт на выдох)



# SPAP и VIPAP похожи как близнецы



Inspiration-LS

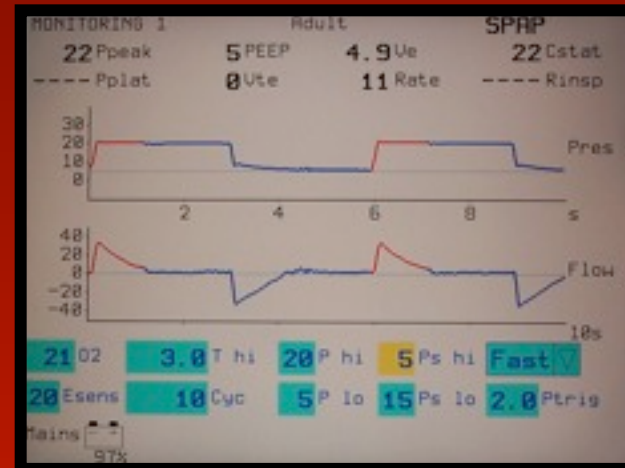


# Как работает SPAP?

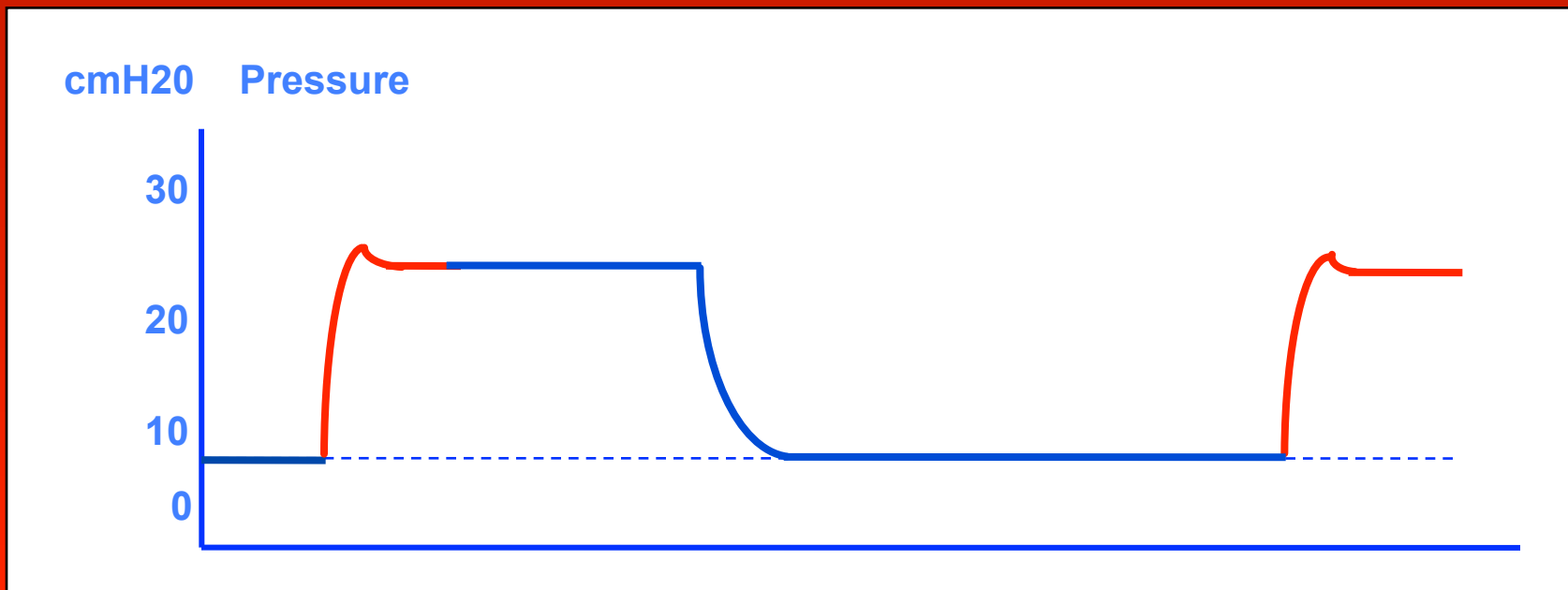
Неотличим от PCV

если

нет спонтанного дыхания



Inspiration-LS

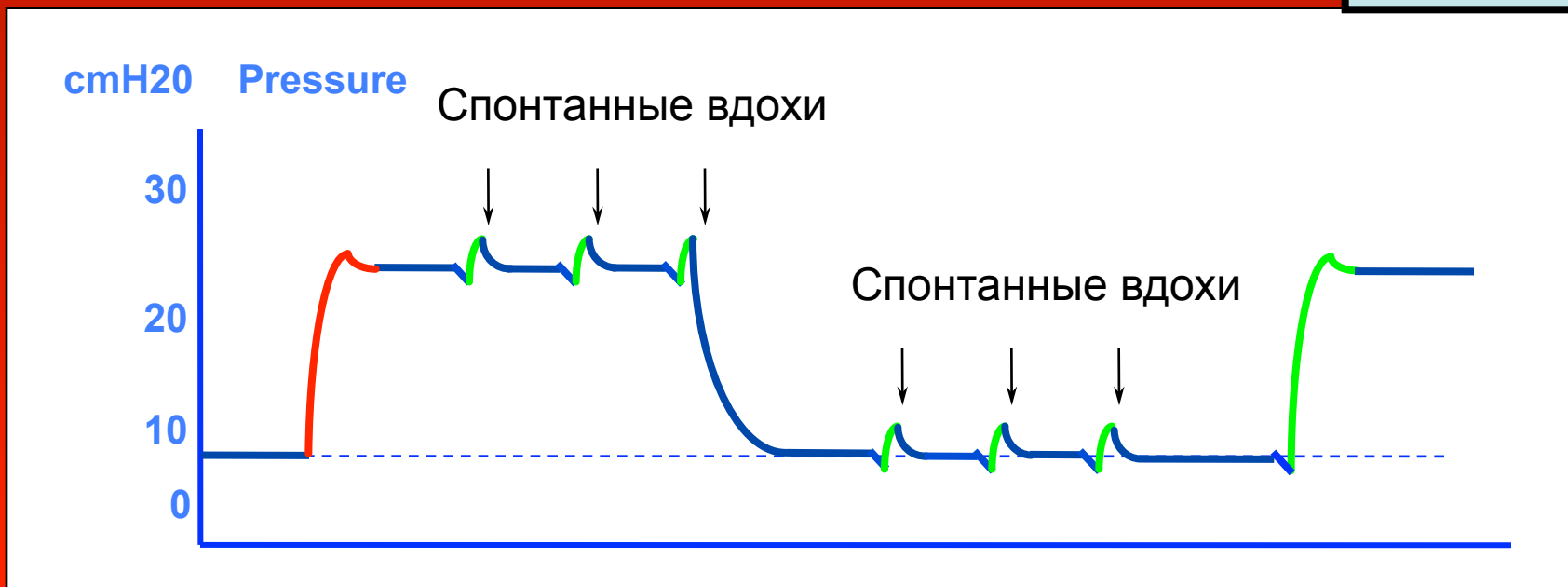




# Как работает SPAP?

- «SPAP» – это «Pressure control ventilation» с возможностью спонтанного дыхания в течение всего дыхательного цикла

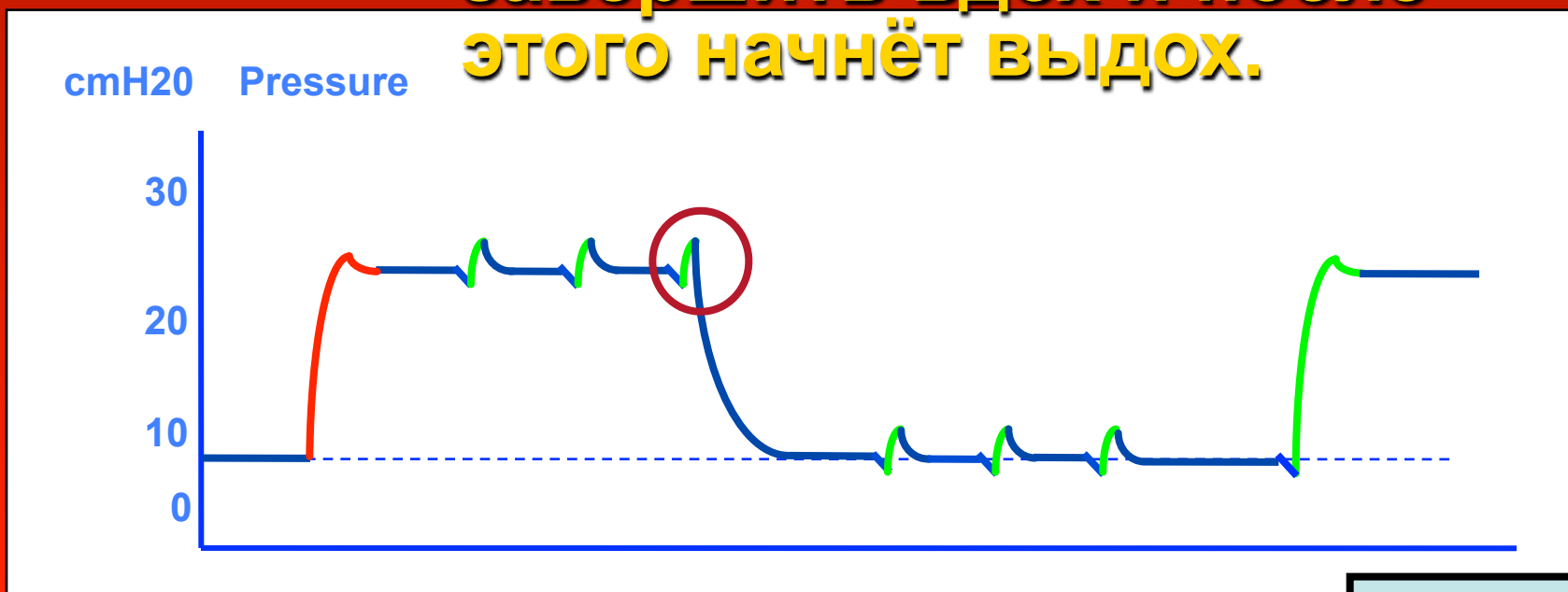
Inspiration-LS



# Как работает SPAP?

Спонтанный вдох и выдох синхронизированы с работой аппарата.

**Аппарат позволит пациенту завершить вдох и после ЭТОГО начнёт выдох.**



Inspiration-LS

# Как работает SPAP?

Спонтанный вдох и выдох синхронизированы с работой аппарата.

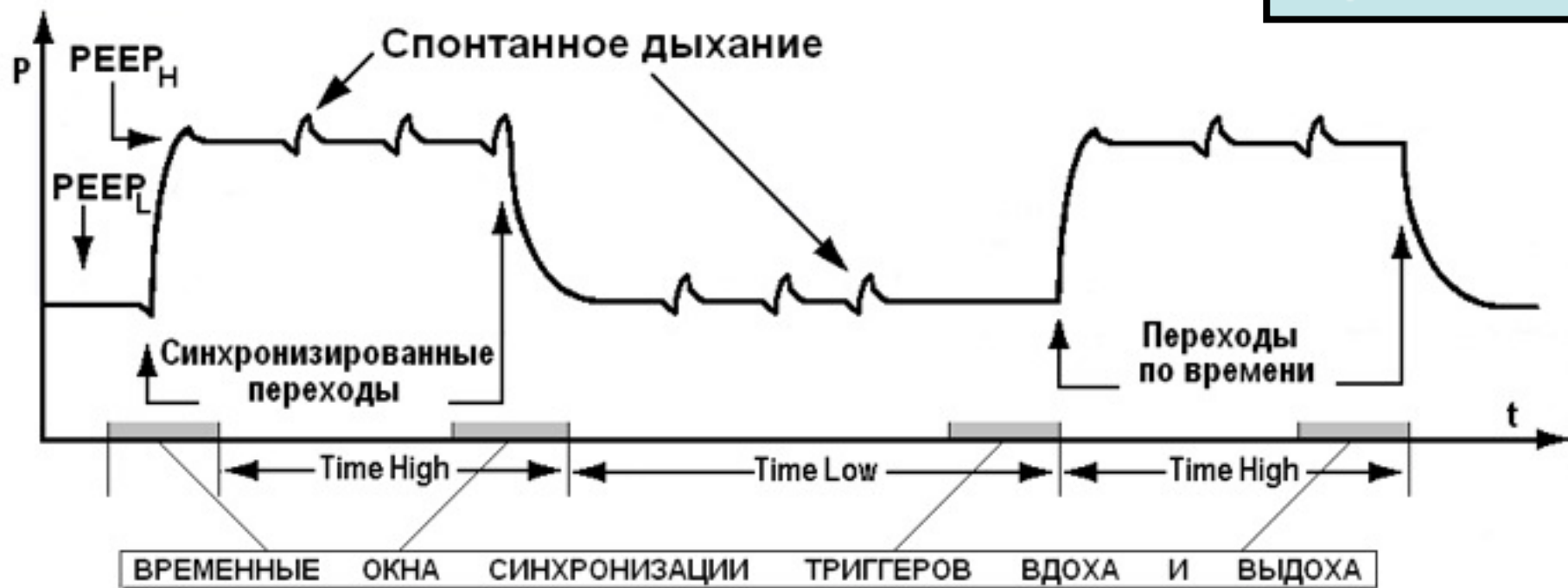
**Аппарат позволит пациенту завершить вдох и после этого начнёт выдох.**



Inspiration-LS

# Как работает SPAP?

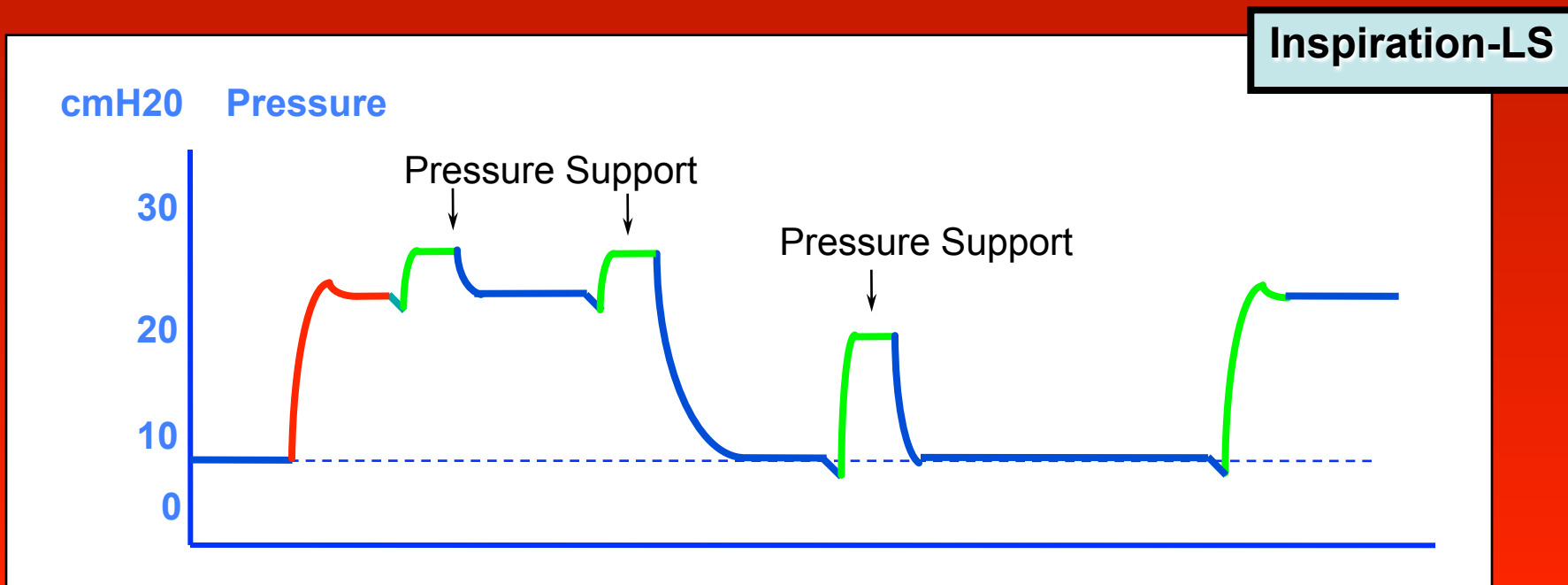
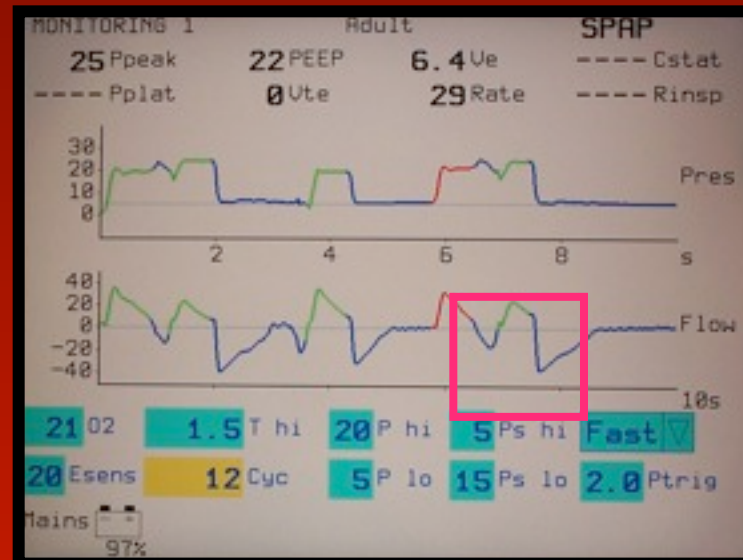
Inspiration-LS



**Триггеры вдоха и выдоха позволяют избежать конфликта пациента и аппарата ИВЛ.**

# Как работает SPAP?

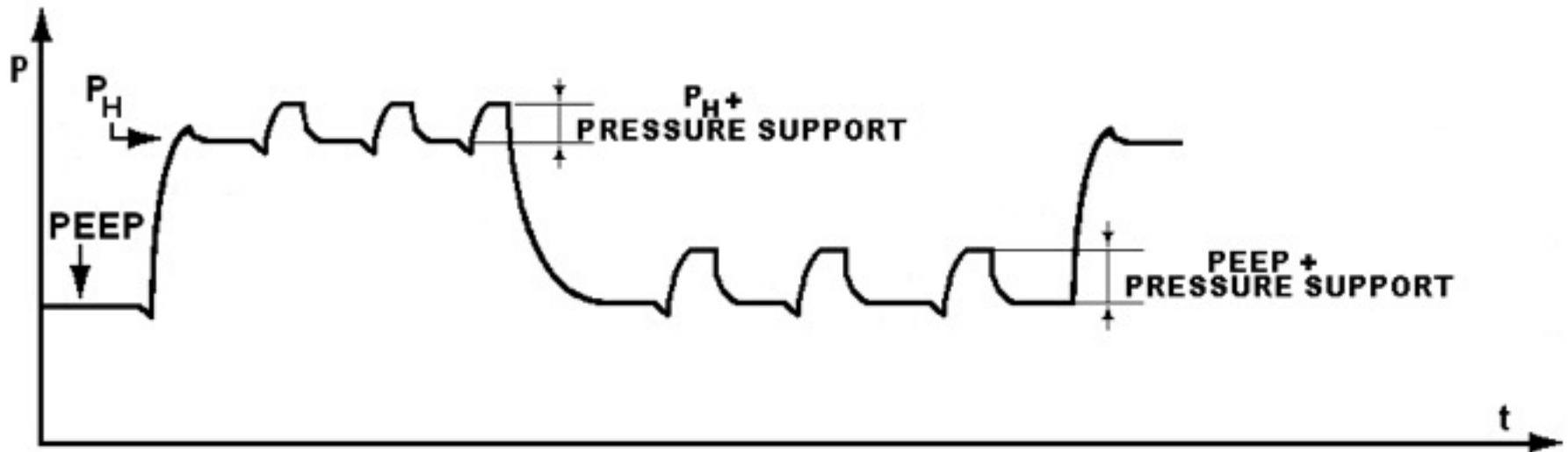
- Можно активировать PSV.
  - Совмещение двух режимов ИВЛ





# Как работает SPAP?

**SPAP + PSV**



**уровень поддержки давлением устанавливается  
раздельно для P-high и P-low**

Inspiration-LS

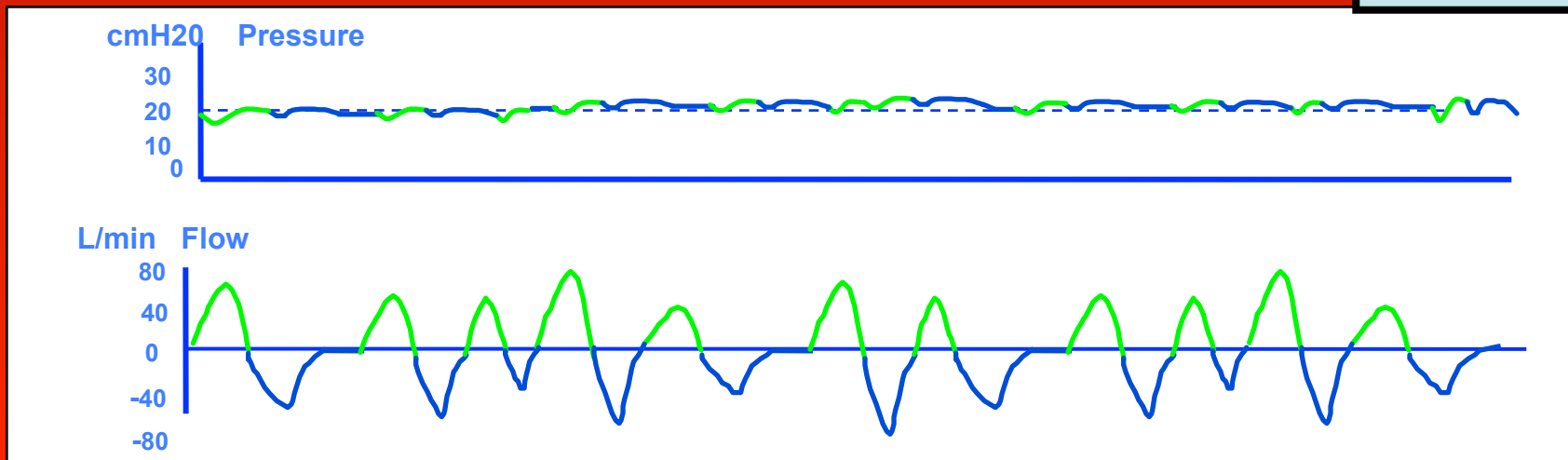
# В чем смысл APRV?

- Сохранить преимущества CPAP

- CPAP защищает лёгкие от коллапсирования и перерастяжения
- Высокое PEEP, низкое пиковое давление при высоком среднем давлении (MAP)....

–**No!**

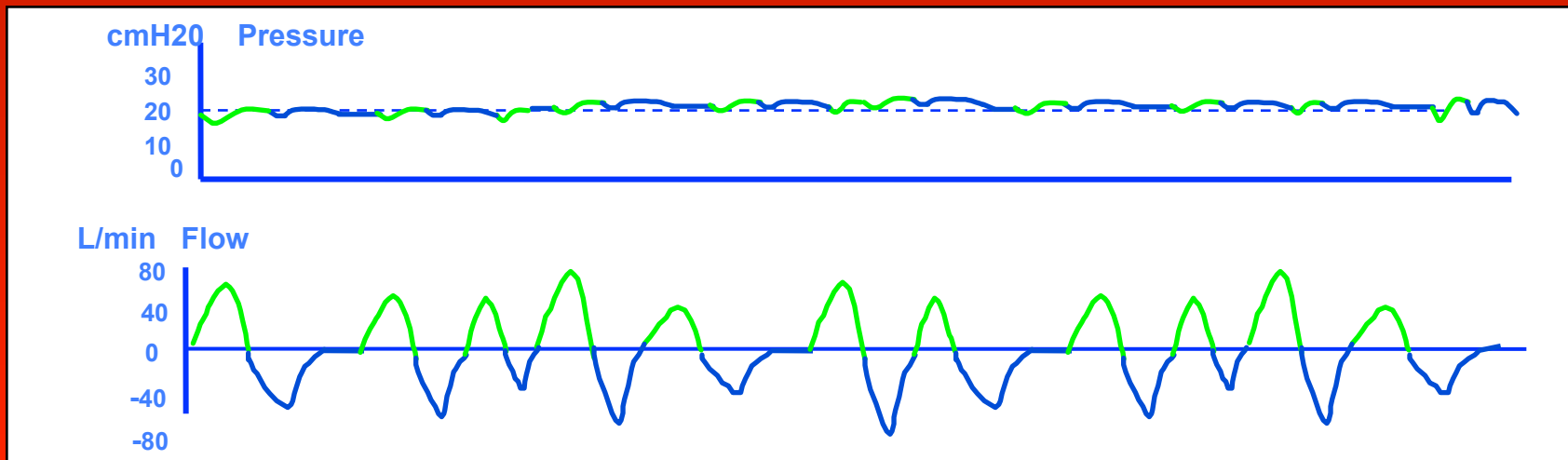
Inspiration-LS



# В чем смысл APRV?

- При таком CPAP долго дышать невозможно:
  - Пациент не справится с избыточной работой дыхания (WOB) и погибнет от дыхательной недостаточности (гиповентиляция)

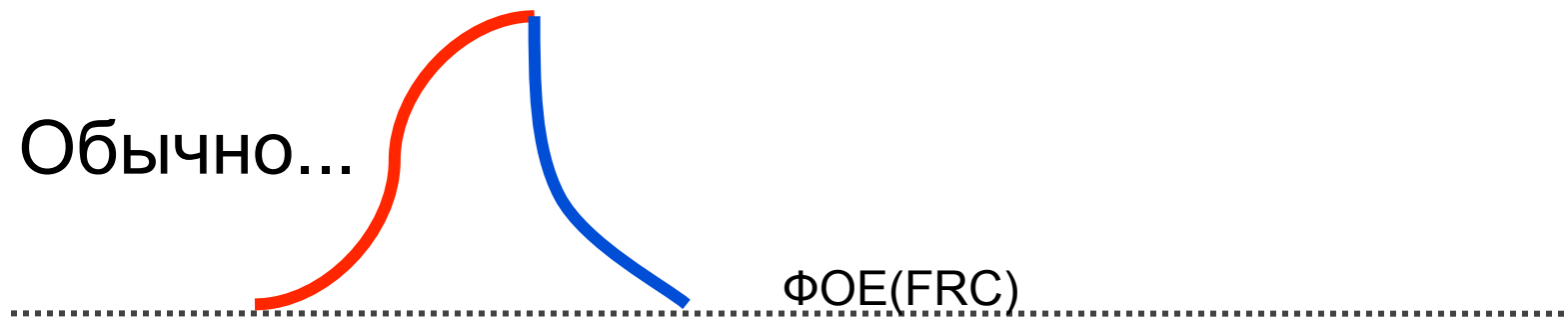
Inspiration-LS



# Другая возможность обеспечить вентиляцию и удаление CO<sub>2</sub> (J.Downs)

Inspiration-LS

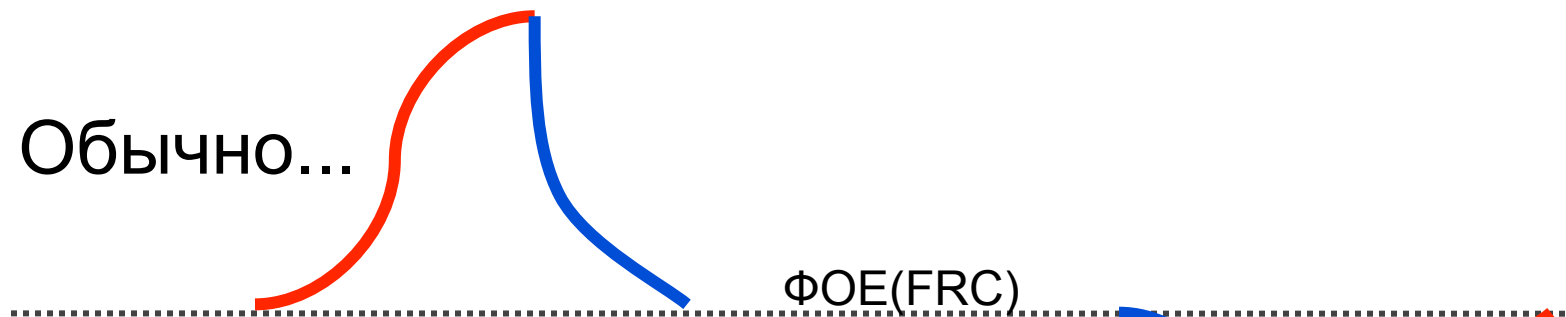
Обычно...



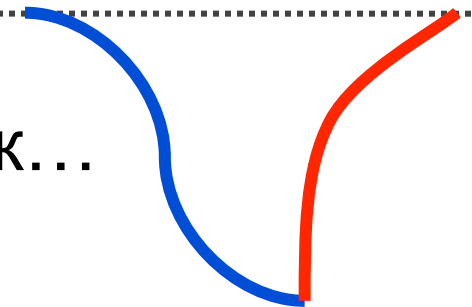
# Другая возможность обеспечить вентиляцию и удаление CO<sub>2</sub> (J.Down's)

Inspiration-LS

Обычно...



Можно и так...





# APRV – в чём выигрыш?

Стратегия CPAP с дополнительными возможностями

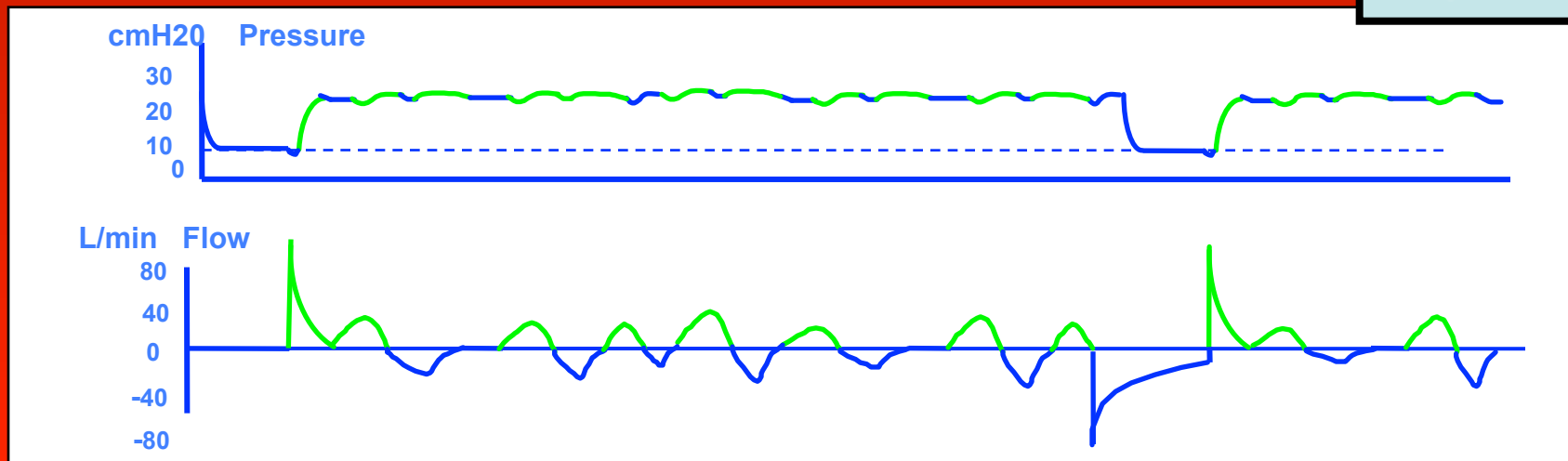
- Длинные фазы спонтанного дыхания с короткими фазами «выдохов» (release) обеспечивают вентиляцию и удаление CO<sub>2</sub>

В результате легкие расправляются без пиков давления, меньше влияние на гемодинамику при том же среднем давлении (MAP)

Stock C, Downs J, Frölicher D., CRIT CARE MED 1987; 15; 459-461 & 462-466

Putensen C, Mutz N, Putensen-Himmer G, J RESPIR CRIT CARE MED 1999; 159; 1241-48

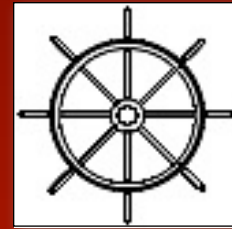
Inspiration-LS



**Двойное управление**  
**=**  
**Dual control**



# Способ управления – Dual – control



**В принципе  
невозможен,**

**НО  
существует.**

## PCV

**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

# PRVC

(PCV)

(VCV)

**Достоинства** –  
больше комфорта,  
легче синхронизация,  
меньше угроза  
баротравмы,  
волюмотравмы

**Достоинства** –  
стабильные  
дыхательный и  
минутный объёмы  
вентиляции



~~**Недостатки** –  
нестабильные  
дыхательный и  
минутный  
объёмы  
вентиляции~~

~~**Недостатки** –  
угроза баротравмы,  
волюмотравмы,  
меньше комфорта,  
труднее  
синхронизация~~

# Двойное управление

## Dual control

- Общеизвестна шутка разработчиков этого режима:
- «Врач будет думать, что проводит ИВЛ в режиме «VSV», а это уже «PSV».



# Двойное управление Dual control

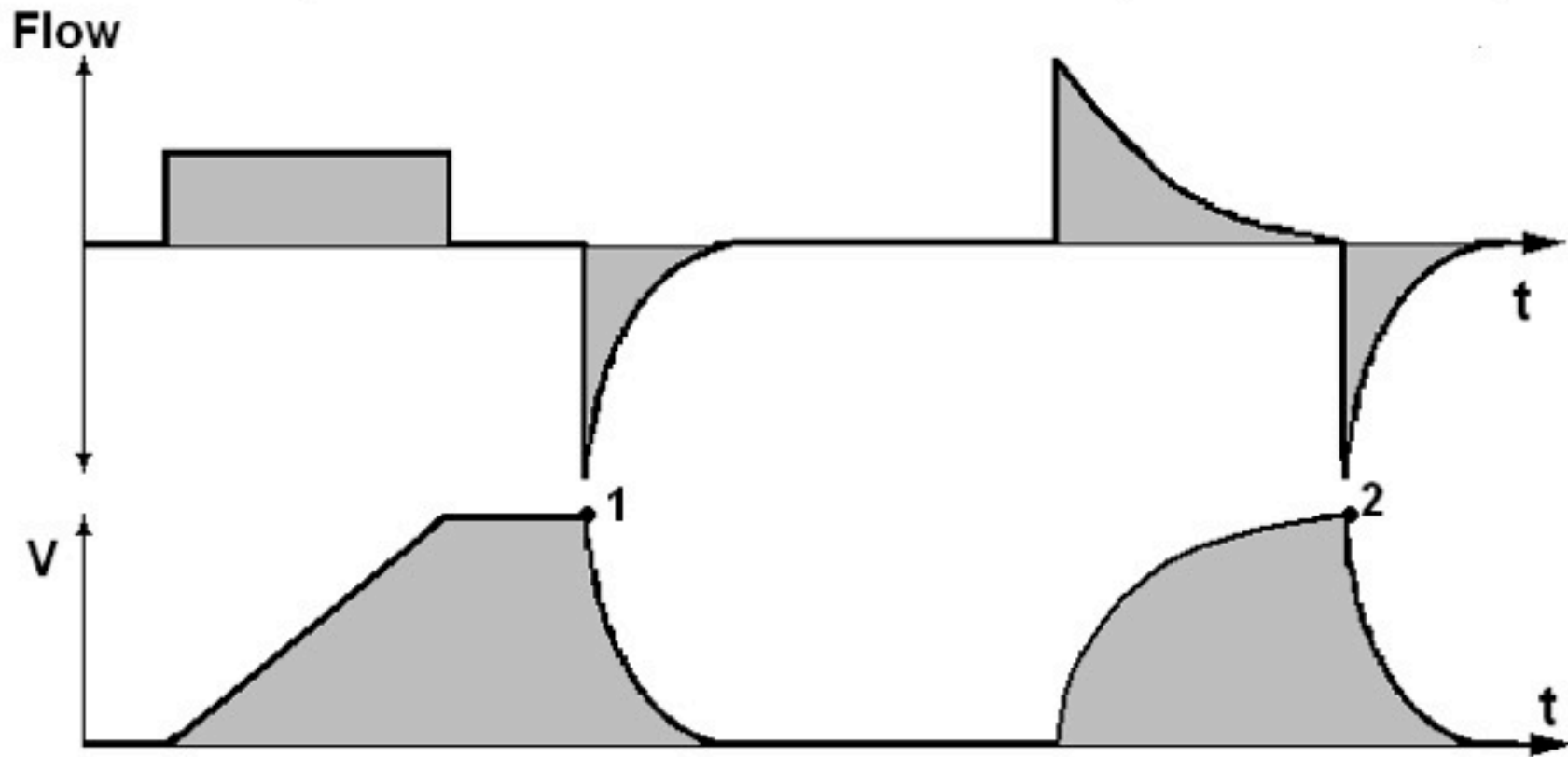
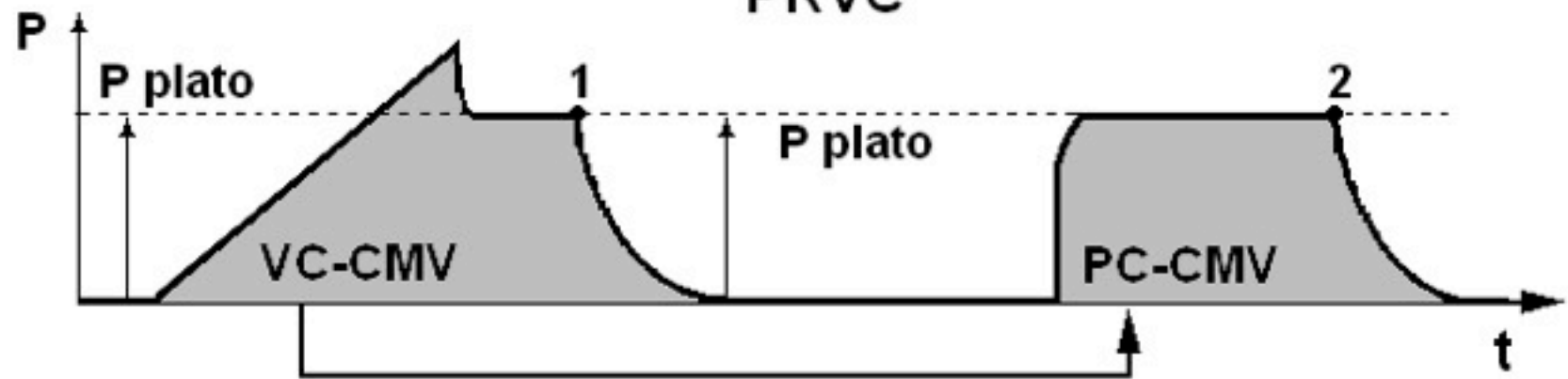
Полное универсальное название этих режимов ИВЛ:

- **Dual Control Breath-to-Breath-Pressure-Limited, Time-Cycled Ventilation.**

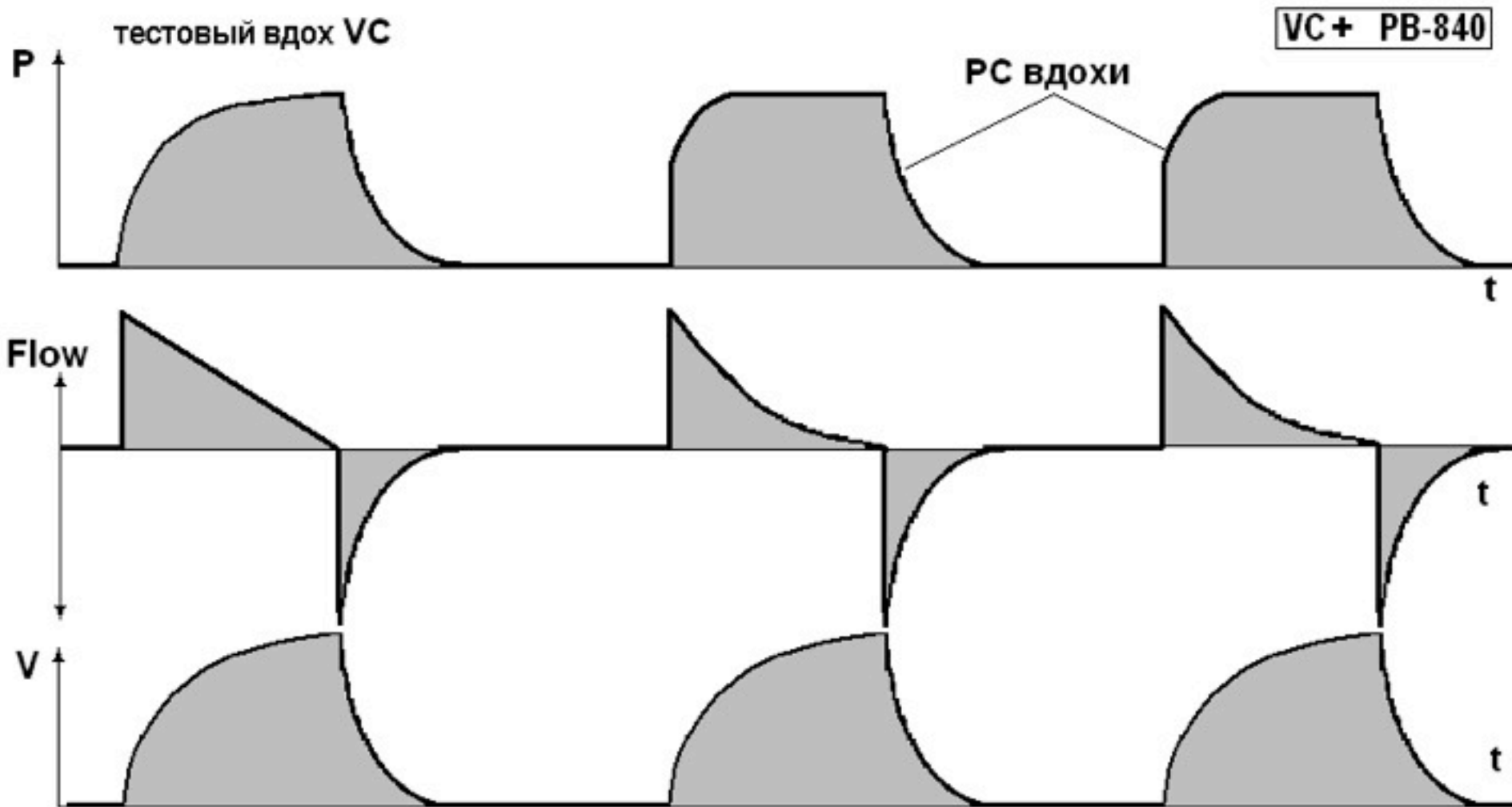
Коммерческие названия режимов,  
принудительной ИВЛ использующих  
принцип двойного управления  
(**Dual Control Breath-to-Breath**) :

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).
- Универсальное некоммерческое описательное

# PRVC



# «VC+» или «Volume control+» (PB-840)



# + Двойное управление Активный клапан выдоха

- Все современные режимы принудительной ИВЛ с двойным управлением работают с активным клапаном выдоха



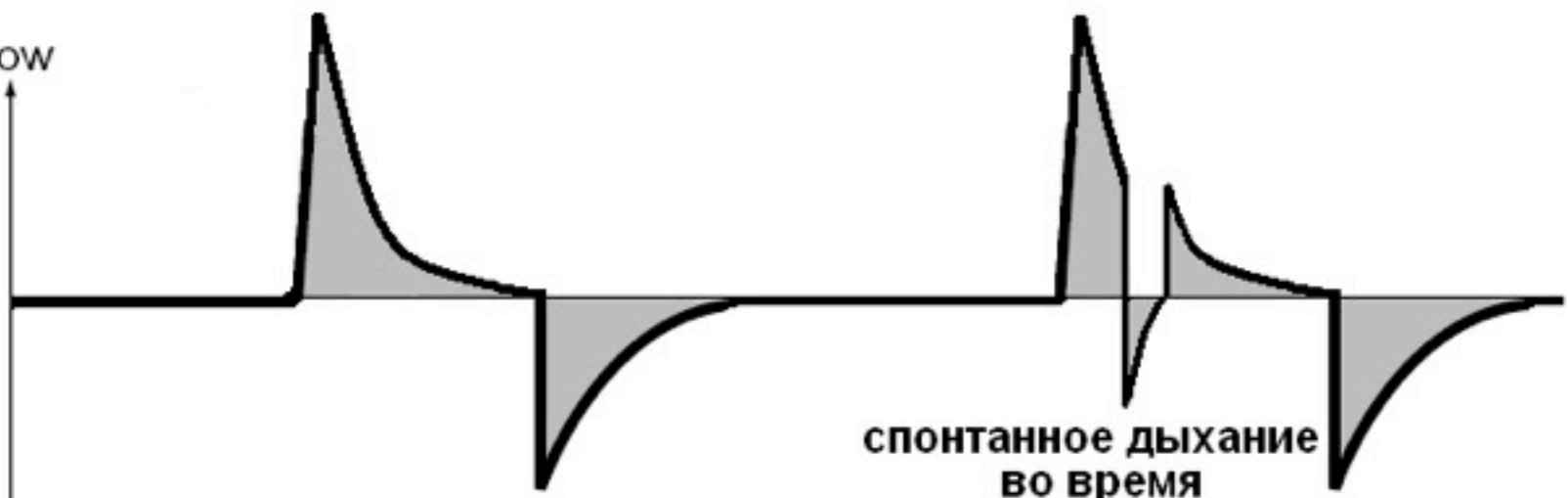
- Это делает их похожими на двухуровневые режимы: **Airway Pressure Release Ventilation/ Bi-level Pressure Ventilation / SPAP**

# PRVC или SPAP ?

PAW

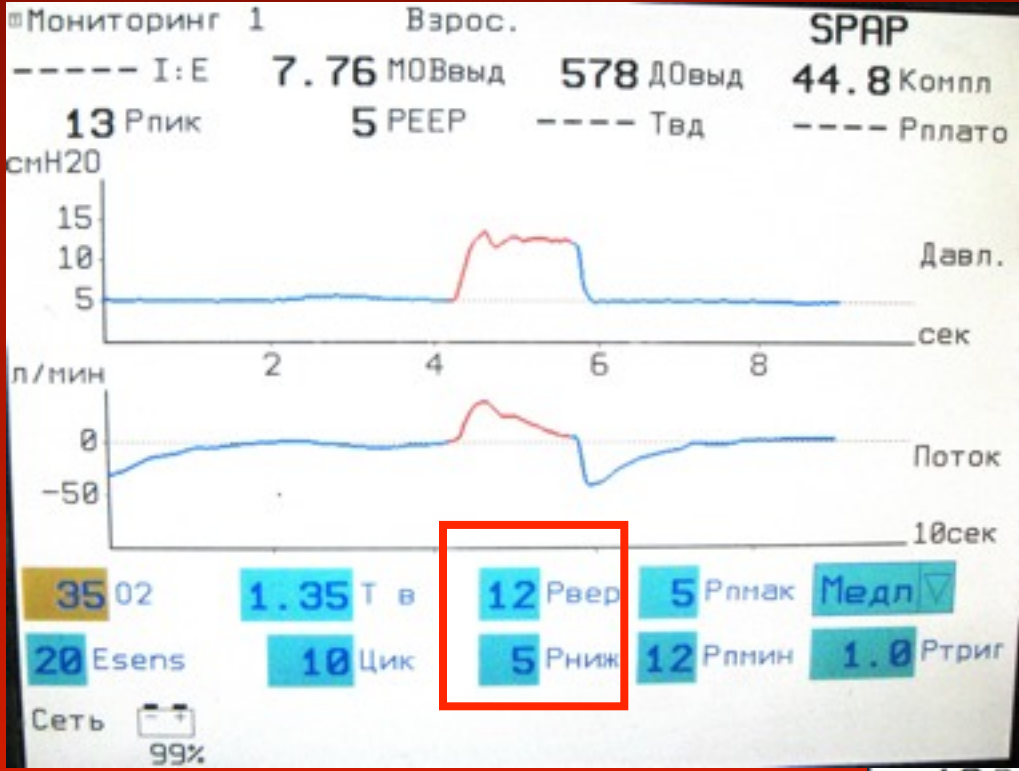


Flow

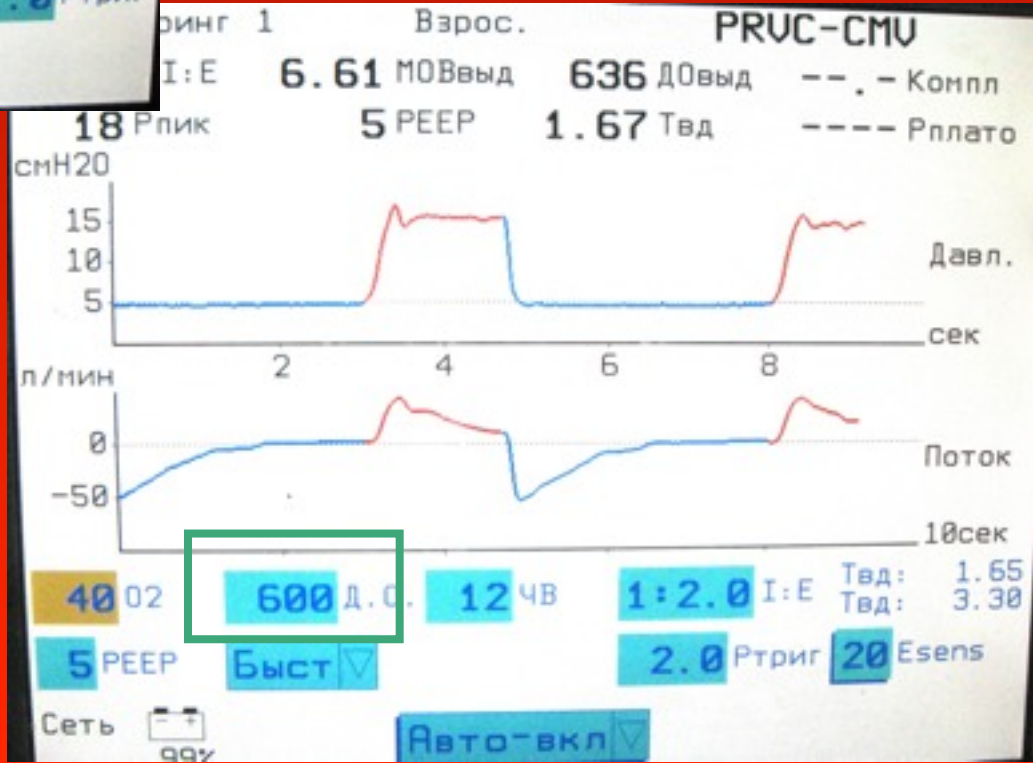


спонтанное дыхание  
во время  
принудительного вдоха





**Режим SPAP  
настраивают по давлению**



**Режим PRVC  
настраивают по объёму**

# Спонтанное дыхание с двойным управлением

Режим, в котором аппарат меняет давление поддержки

Чтобы пациент получил целевой дыхательный объём.

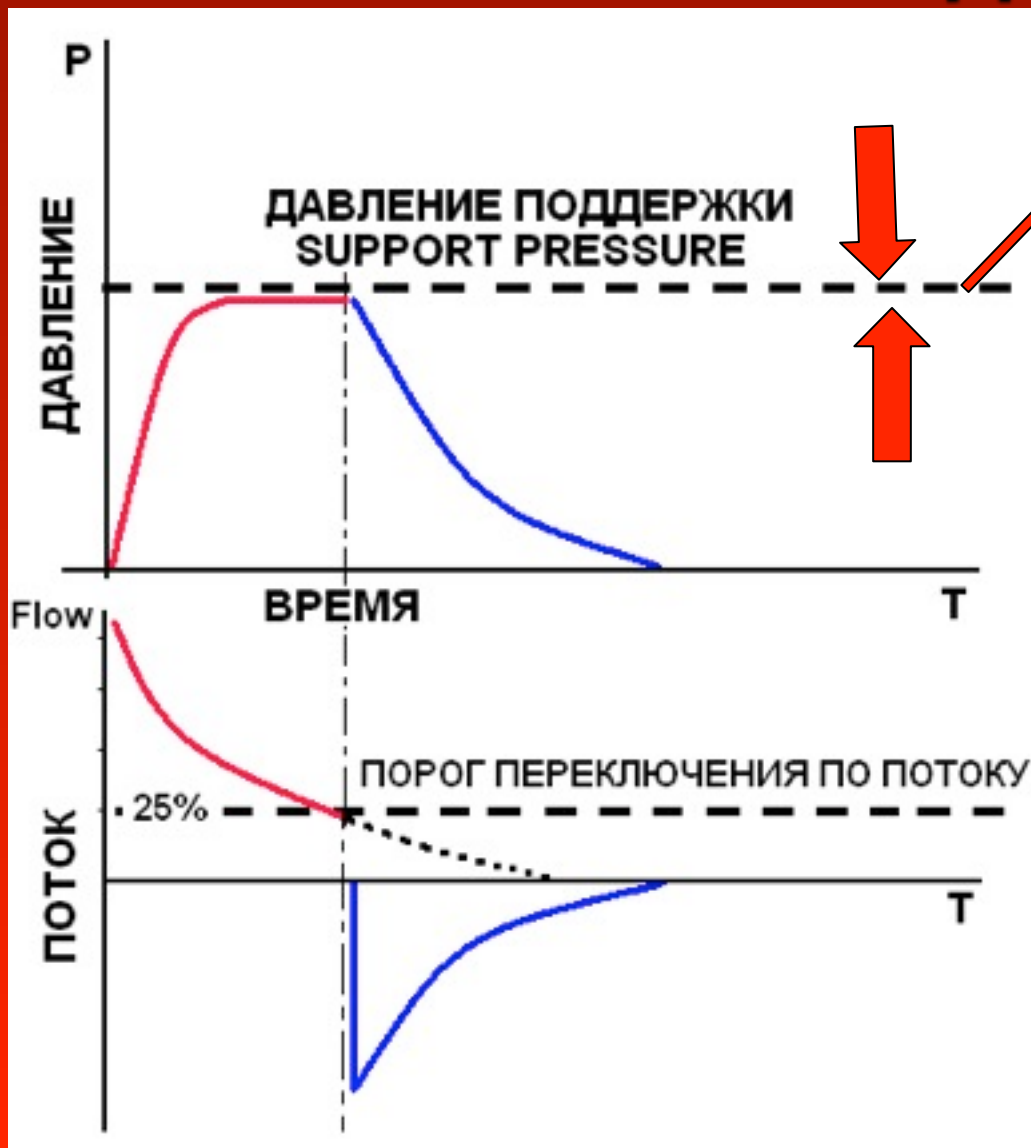
## Другие названия режима Volume Support

- ***Volume* targeted pressure *support* ventilation**
- **Volume targeted pressure support**
- **Dual Control, Flow-triggered, Breath-to-Breath-Pressure-Limited, Flow-Cycled Ventilation**

# «Volume targeted pressure support», «VTPS» «Volume Support», «VS»

- «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) .

# «Volume targeted pressure support», «VTPS» «Volume Support», «VS»



Аппарат ИВЛ постоянно измеряет доставленный дыхательный объём и в разрешённых границах корригирует давление.

После запуска режима «VS» давление изменяется не более, чем на  $3\text{смH}_2\text{O}$  за каждый последующий вдох.

# PRVC и VS

- Основные отличия «**PRVC**» от режима «**VS**» – это заданная частота дыханий и способ переключения на выдох.
- В «**PRVC**» – по времени, а в «**VS**» – по потоку.
- На основе способа управления принудительным вдохом - **Dual Control, Breath-to-Breath** существуют режимы «**SIMV**» на многих современных аппаратах ИВЛ



# Что такое Automode?

## или два в одном

- Automode это не режим ИВЛ, а программа выполняющая переключения между двумя режимами ИВЛ
- Принцип действия как в опции «apnea ventilation»
  - ИВЛ происходит в принудительном или спонтанном режиме
  - Если пациент перестает дышать самостоятельно в течение установленного врачом времени апноэ аппарат переходит в принудительный режим.
  - Если пациент последовательно инициирует 2 вдоха аппарат опять переключается в режим спонтанной ИВЛ.

# Какие пары режимов могут быть включены в Automode

- Один принудительный и один спонтанный – SIMV не участвует в Automode
- Если начинаем из V-CMV или PRVC-CMV, когда пациент начнёт инициировать вдохи, аппарат переключится в VS
- Если начинаем из P-CMV, когда пациент начнёт инициировать вдохи, аппарат переключится в PSV или CPAP

1.2 <sup>Ti</sup>

590 <sup>Vte</sup>

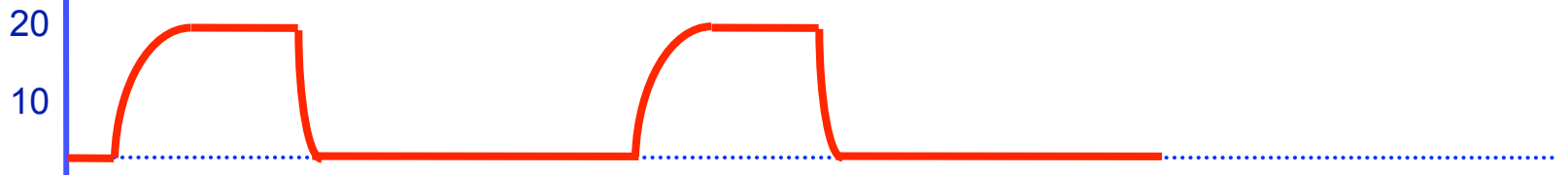
8.2 <sup>Ve</sup>

19 <sup>Ppeak</sup>

5 <sup>PEEP/CPAP</sup>

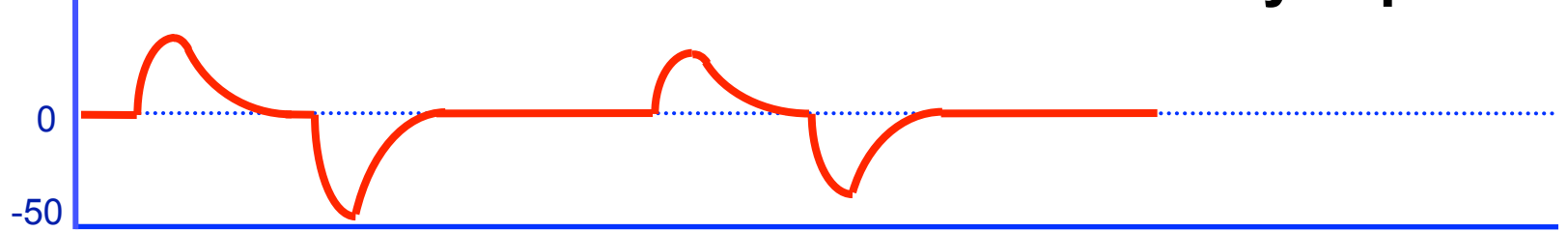
14 <sup>Resp Rate</sup>

cm H2O Pressure



**Automode** включают нажатием виртуальной кнопки «Automode» внизу экрана

l / min Flow



2 4 6 8 s

40 <sup>O<sub>2</sub></sup>

600 <sup>Vt</sup>

14 <sup>Rate</sup>

1.2 <sup>Ti</sup>

I:E: 1:3.4  
Te: 3.1

5 <sup>PEEP</sup>

Med ▾

AutoMode-on ▾

3 <sup>Ftrig</sup>

AutoMode-off ▾

Mains - +  
395 min

1.2<sup>Ti</sup>

590<sup>Vte</sup>

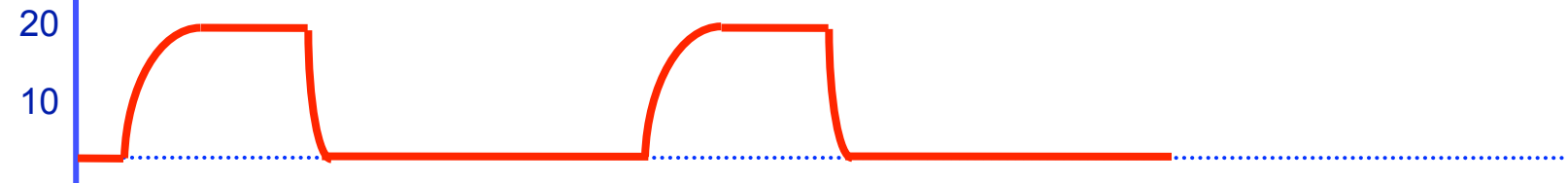
8.2<sup>Ve</sup>

19<sup>Ppeak</sup>

5<sup>PEEP/CPAP</sup>

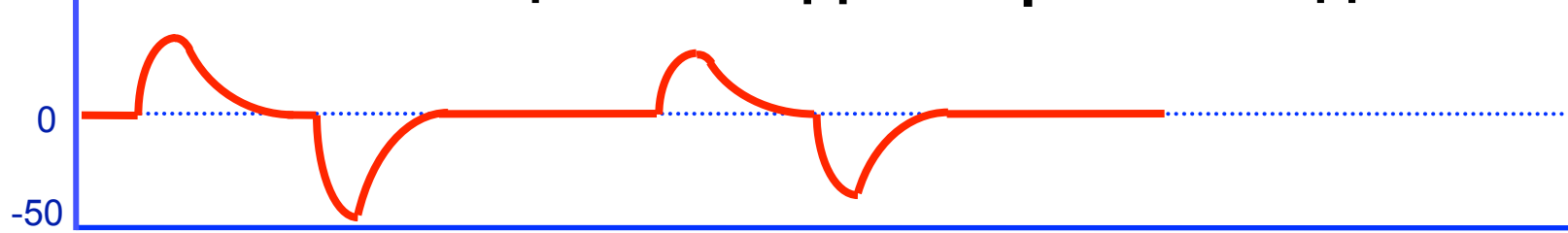
14<sup>Resp Rate</sup>

cm H20 Pressure



**Если Automode включён из PRVC настройка целевого DO сохраняется для VS**

l / min Flow



2 4 6 8 s

40<sup>O<sub>2</sub></sup>

600<sup>Vt</sup>

14<sup>Rate</sup>

1.2<sup>Ti</sup>

7<sup>T apnea</sup>

5<sup>PEEP</sup>

Med ▾

3<sup>Ftrig</sup>

3<sup>Esens</sup>

Mains - 395 min +

AutoMode-on ▾

-----Ti

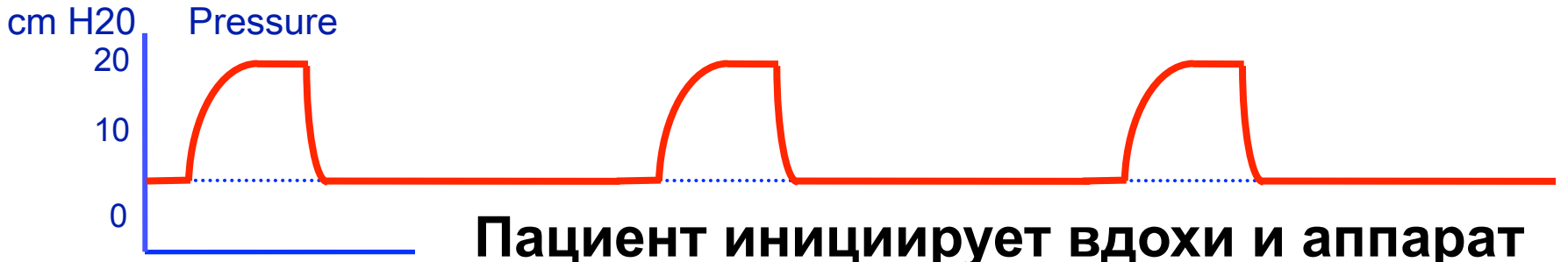
**19** P<sub>peak</sub>

**590** V<sub>te</sub>

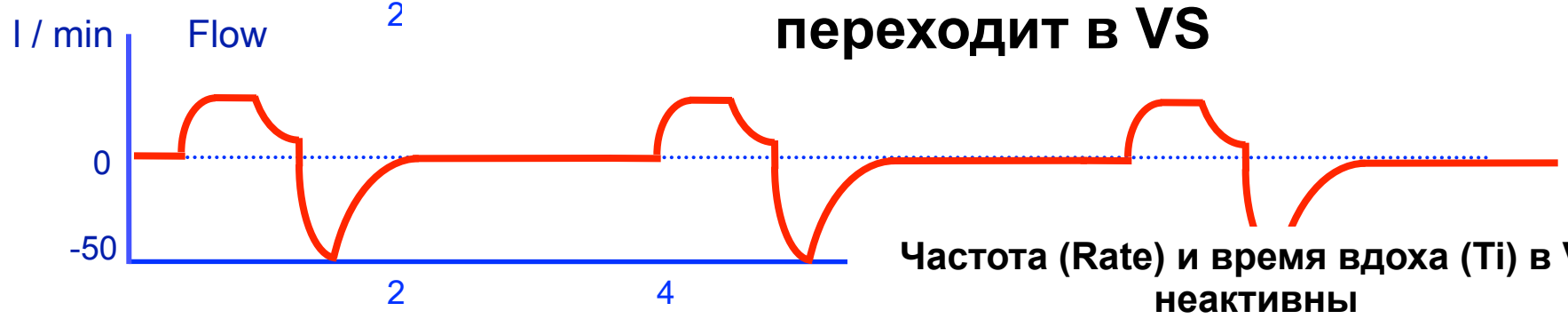
**5** PEEP/CPAP

**9.2** V<sub>e</sub>

**17** Resp Rate



**Пациент инициирует вдохи и аппарат переходит в VS**



**Частота (Rate) и время вдоха (Ti) в VS неактивны**

<b>40</b> O <sub>2</sub>	<b>600</b> V <sub>t</sub>	<b>14</b> Rate	<b>1.2</b> Ti	<b>7</b> T <sub>apnea</sub>
<b>5</b> PEEP	Med ▾		<b>3</b> F <sub>trig</sub>	<b>3</b> E <sub>sens</sub>
Mains	- 395 min +	AutoMode-on ▾		

1.2<sup>Ti</sup>

590<sup>Vte</sup>

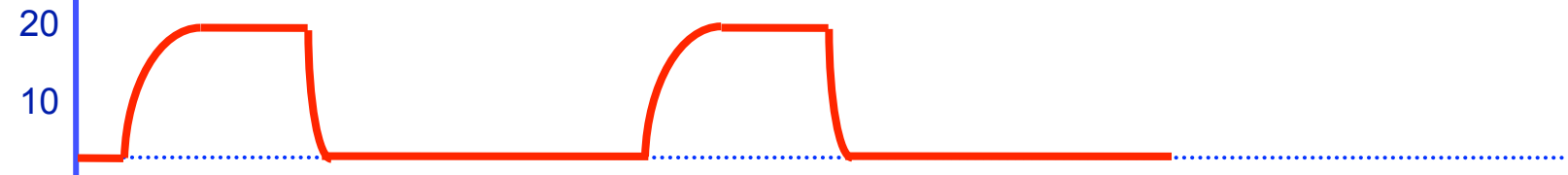
8.2<sup>Ve</sup>

19<sup>Ppeak</sup>

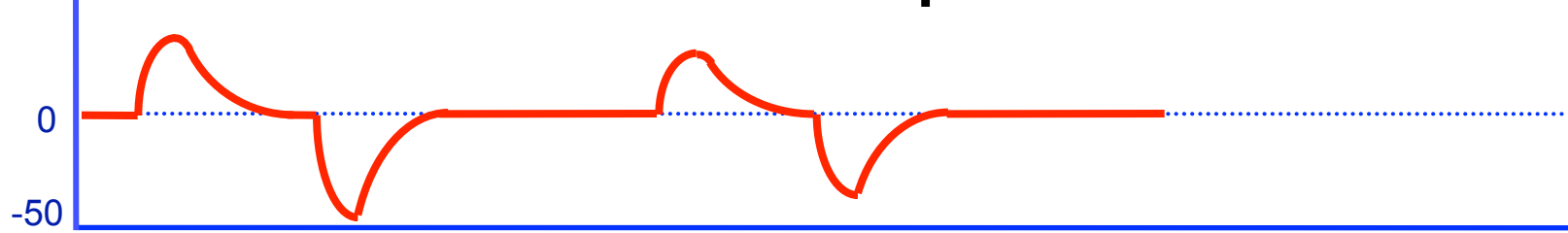
5<sup>PEEP/CPAP</sup>

14<sup>Resp Rate</sup>

cm H2O Pressure



l / min Flow



Если длительность апноэ больше 7сек  
Automode переключает с VS на PRVC

40<sup>O<sub>2</sub></sup>

600<sup>Vt</sup>

14<sup>Rate</sup>

1.2<sup>Ti</sup>

7<sup>T apnea</sup>

5<sup>PEEP</sup>

Med ▾

3<sup>Ftrig</sup>

3<sup>Esens</sup>

Mains - +  
395 min

AutoMode-on ▾



# Достоинства Automode

Inspiration-LS

- Когда пациент пробуждается после анестезии

При неполном пробуждении бывает трудно понять, когда пациент готов к экстубации

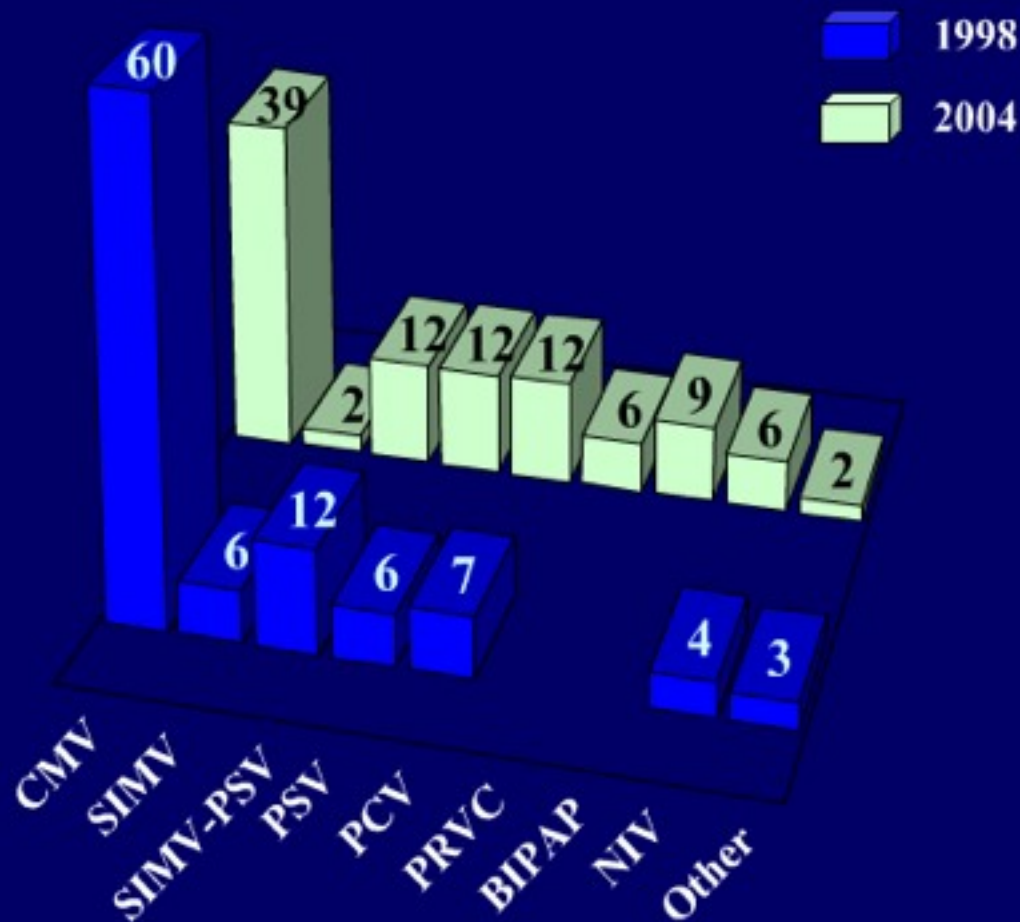
- У многих нестабильная дыхательная активность сохраняется в течение часа или двух
- В принудительных режимах при восстановлении дыхания возникает борьба с аппаратом ИВЛ
  - При использовании PS, угнетение сознания может привести к гиповентиляции или апноэ

# Достоинства Automode

Inspiration-LS

- Automode с VS и PRVC при отсутствии спонтанной дыхательной активности гарантирует адекватную и комфортную ИВЛ обеспечивая заданный ДО и МОД
- Как только пациент начинает инициировать вдохи аппарат ИВЛ переключается в VS. В VS аппарат сам устанавливает уровень давления поддержки для достижения целевого дыхательного объёма
  - Экономит силы и время персонала
- Automode эффективен при сложном прекращении респираторной поддержки (**Difficult weaning**)

## Overall population



**Андрес Эстебан**



# НАШ САЙТ

# NSICU.RU

**Neuro  
Surgical  
Intensive  
Care  
Unit**



НИИ нейрохирургии  
им.Бурденко РАМН