

Развитие технологий интеллектуальной ИВЛ

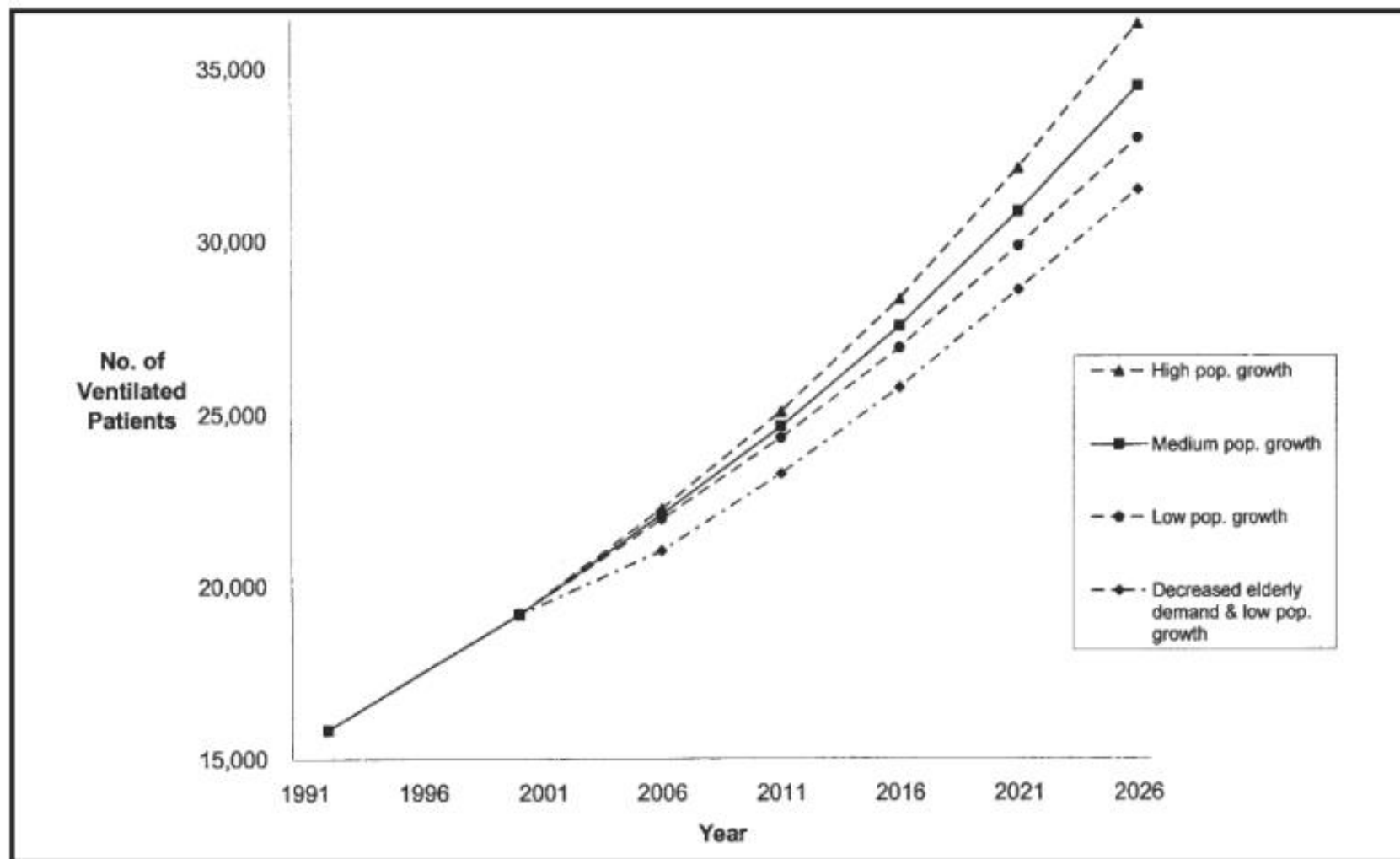


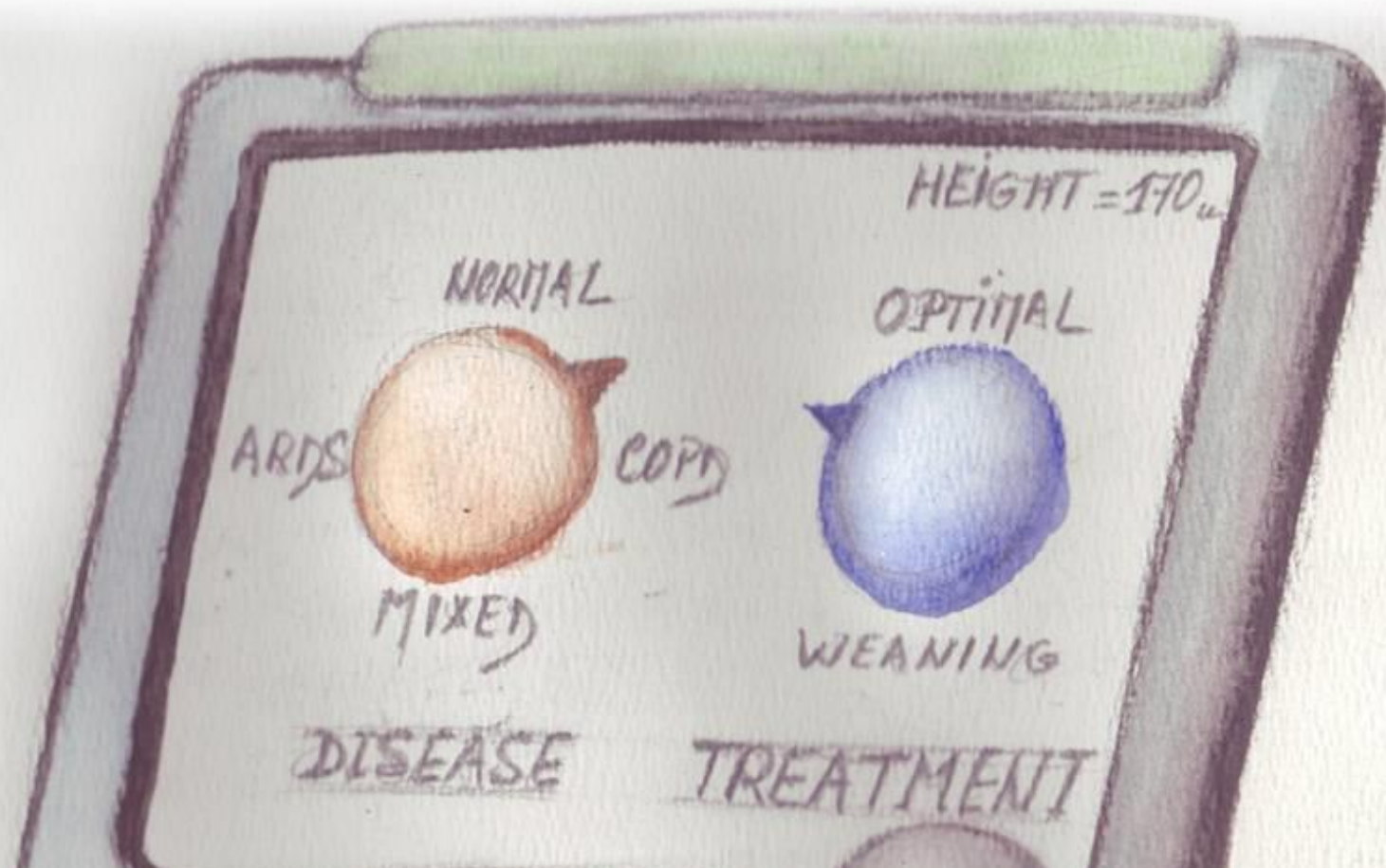
**О.Е. Сатишур, к.м.н.
Клинический специалист,
Hamilton Medical AG**

«Интеллектуальная ИВЛ»: назревшая необходимость

- **Снизить нагрузку на персонал**
- **«Автоматизировать» безопасность пациента (выбор «щадящих» параметров ИВЛ, адаптация к динамике состояния легких, поддержание приемлемых P_aCO_2 и SpO_2)**
- **«Единый» подход к ИВЛ**
- **Автоматическое «отлучение» от ИВЛ**
- **Понятный мониторинг**

ИВЛ сегодня: больше пациентов





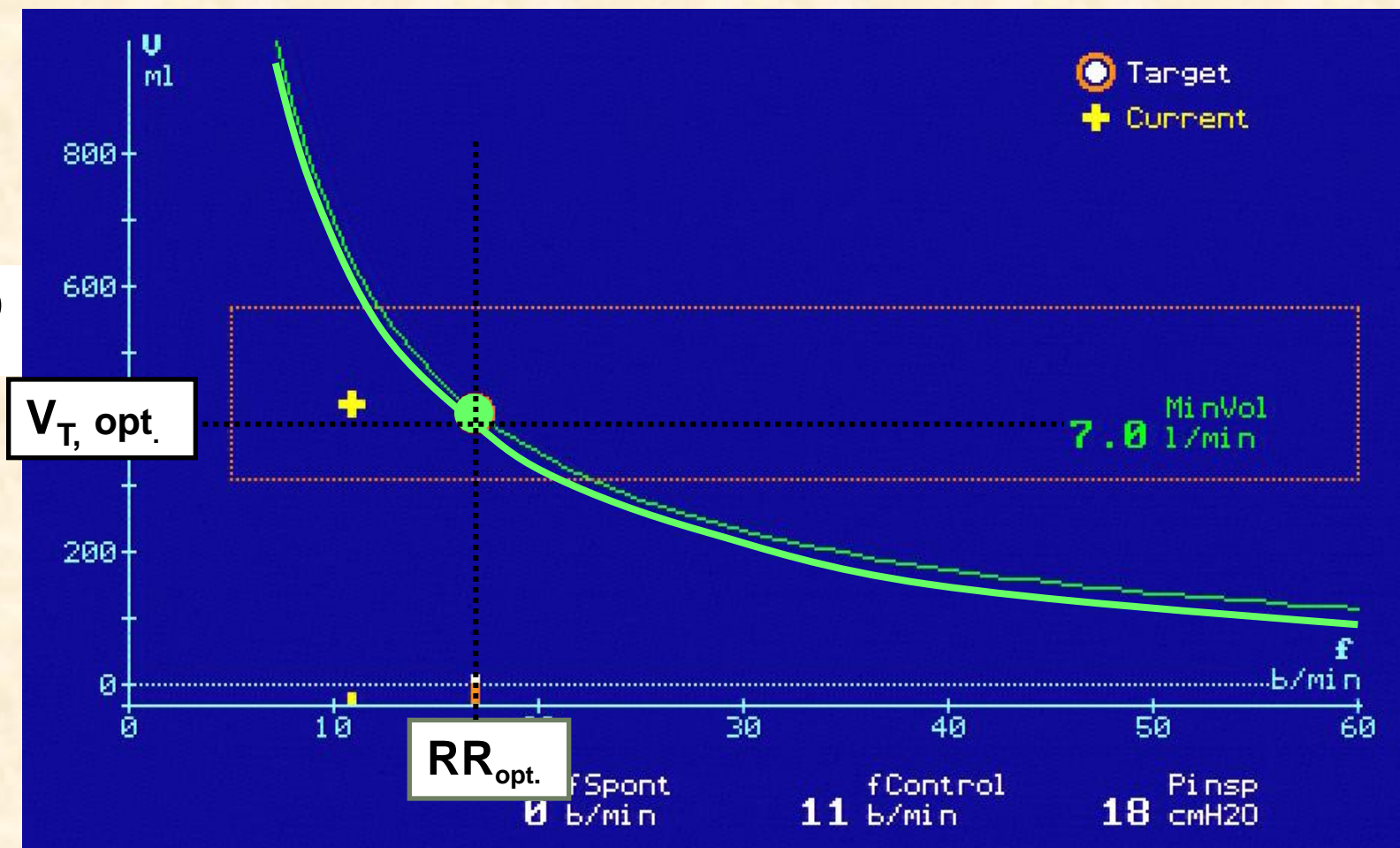
Автоматическая регулировка параметров ИВЛ – Мечта ???

ASV – существенный шаг по автоматизации ИВЛ (1998)



ASV: расчет и адаптация параметров

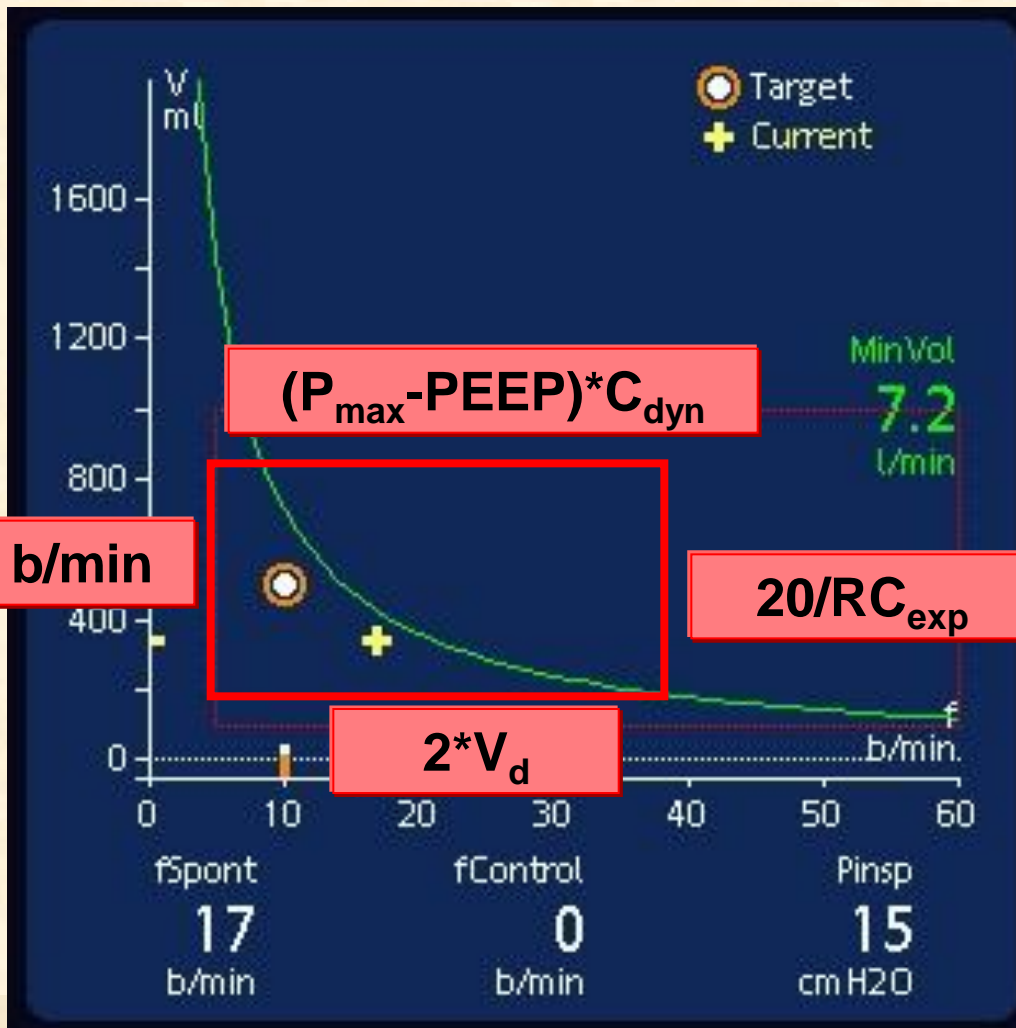
ДО



ASV: RR, VT, P_{insp}, Ti/Te

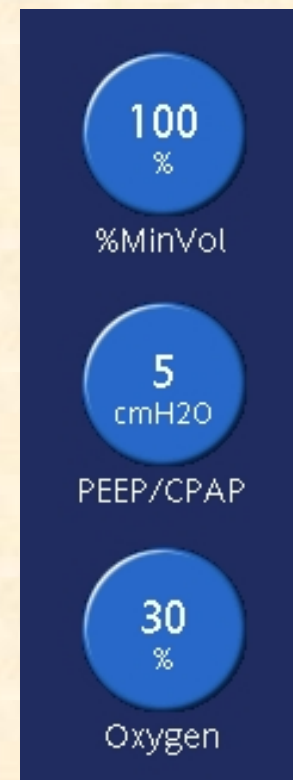
ЧД

ASV: границы «безопасной» вентиляции



ASV: Адаптивная поддерживающая вентиляция

- ASV адаптирует параметры ИВЛ в зависимости от легочной механики (**C**, **R**, **RCexp**)
- Границы «защитной» вентиляции (предупреждение баротравмы, гиповентиляции, аутоPEEP)
- Автоматическое «отлучение» от ИВЛ
- Доказанная эффективность и простота применения



3 регулятора

ASV: доказанная эффективность

α Индивидуальные паттерны дыхания

Belliato. Int J Artif Organs 2004 Arnal. Intensive Care Med 2008

α Автоматическое ограничение V_T и P_{insp} при ОРДС

Arnal. AJRCCM 2007 Sulemanji. Anesthesiology 2009

α Уменьшает время «отлучения» от ИВЛ:

α у кардиохирургических пациентов

Sultzer. Anesthesiology 2001 Gruber. Anesthesiology 2008

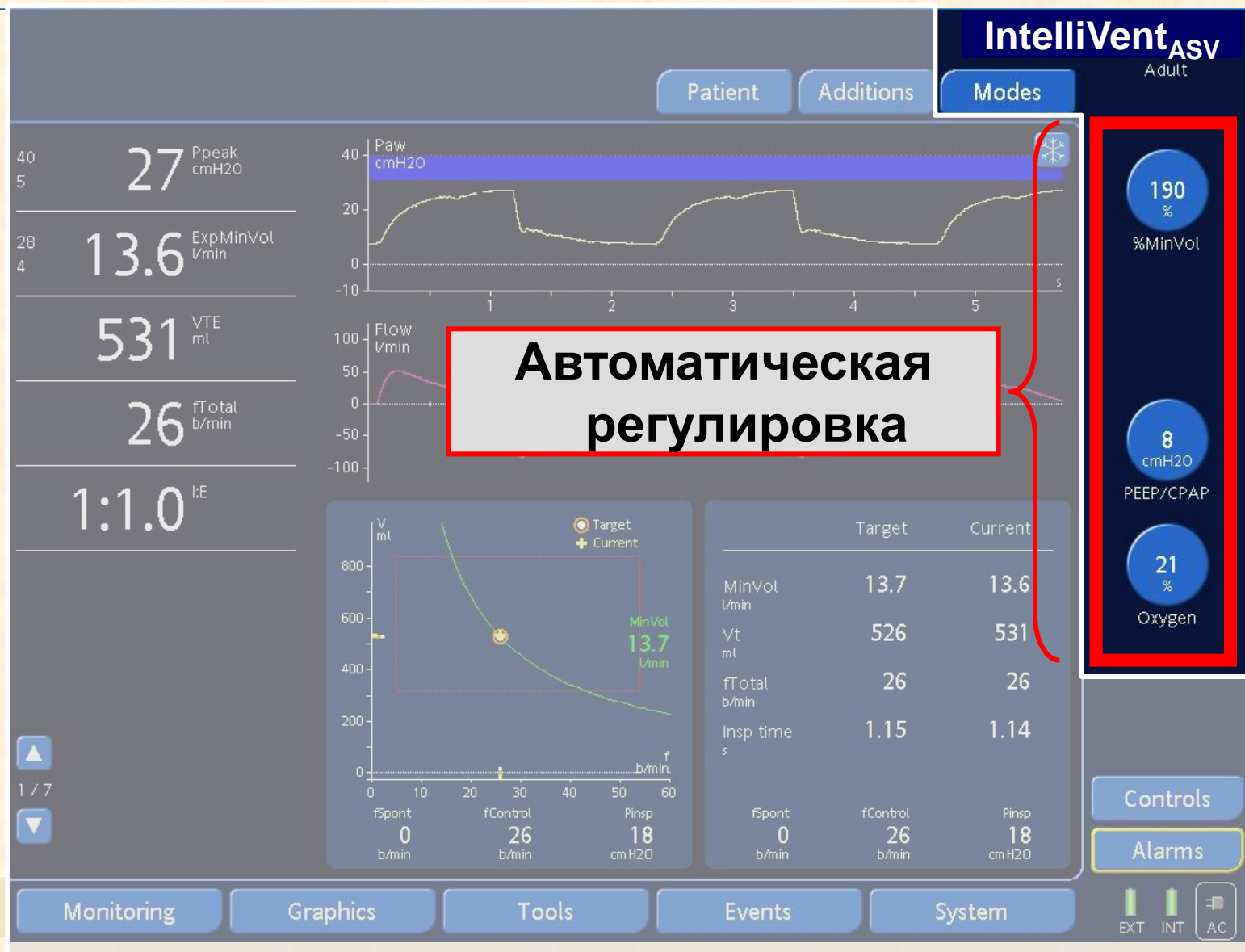
α у смешанной категории пациентов

Chen. Resp Care 2011

α у пациентов ХОБЛ

Kirakli. Eur Respir J 2011

IntelliVent-ASV®



INTELLiVENT-ASV – автоматическая регулировка основных параметров ИВЛ (2011)



Intellivent: Мониторинг физиологических параметров

Датчик CO_2 в основном потоке (Carnostat 5) для определения EtCO_2



Пульсоксиметрия (SpO_2) с технологией Nihon Kohden (NK) или Masimo



Intellivent-ASV: Автоматизация вентиляции

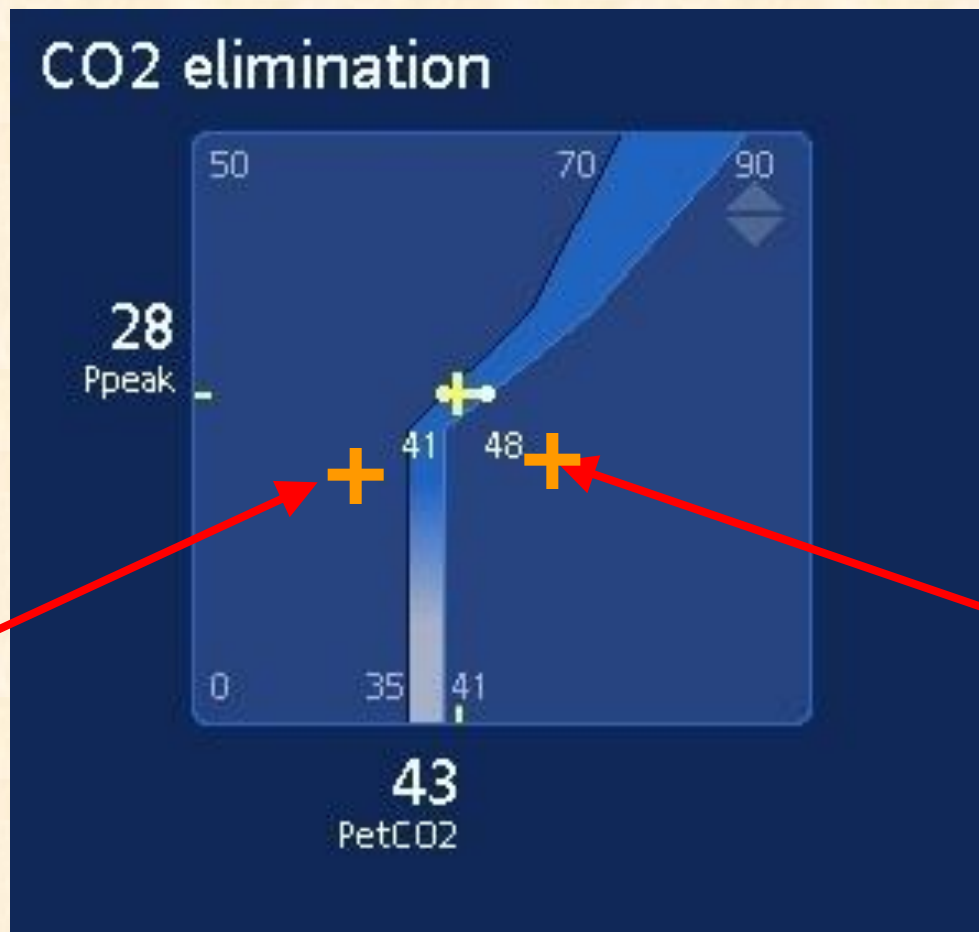
- **Минутный объем (MV)**



...автоматически регулируется для поддержания EtCO₂ и/или ЧДспонт в целевых пределах.

ASV: RR, VT, P_{insp}, Ti/Te

IntelliVent®: EtCO₂ вне приемлемых границ

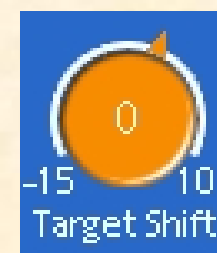
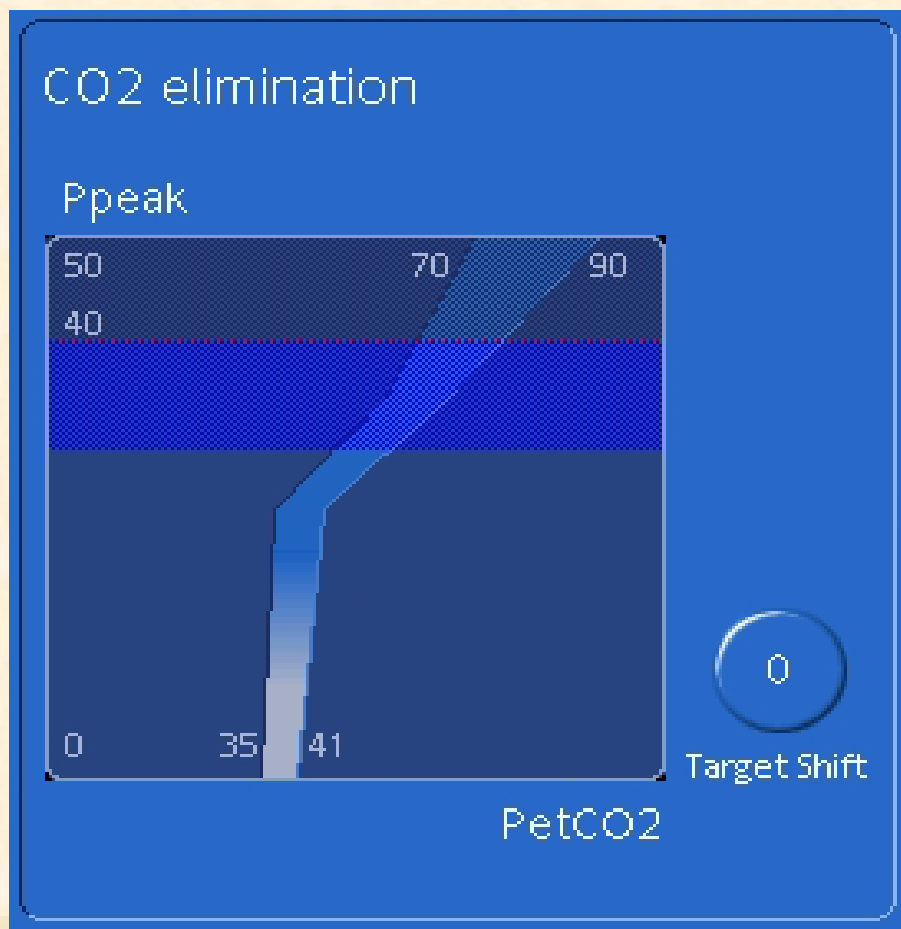


ETCO₂ ↓
Снижение
MinVol

ETCO₂ ↑
Увеличение
MinVol

Возможность изменения целевого ETCO_2

- Границы ETCO_2 могут сдвигаться - 15/ +10 mmHg



Вентиляционный контроллер при спонтанном дыхании

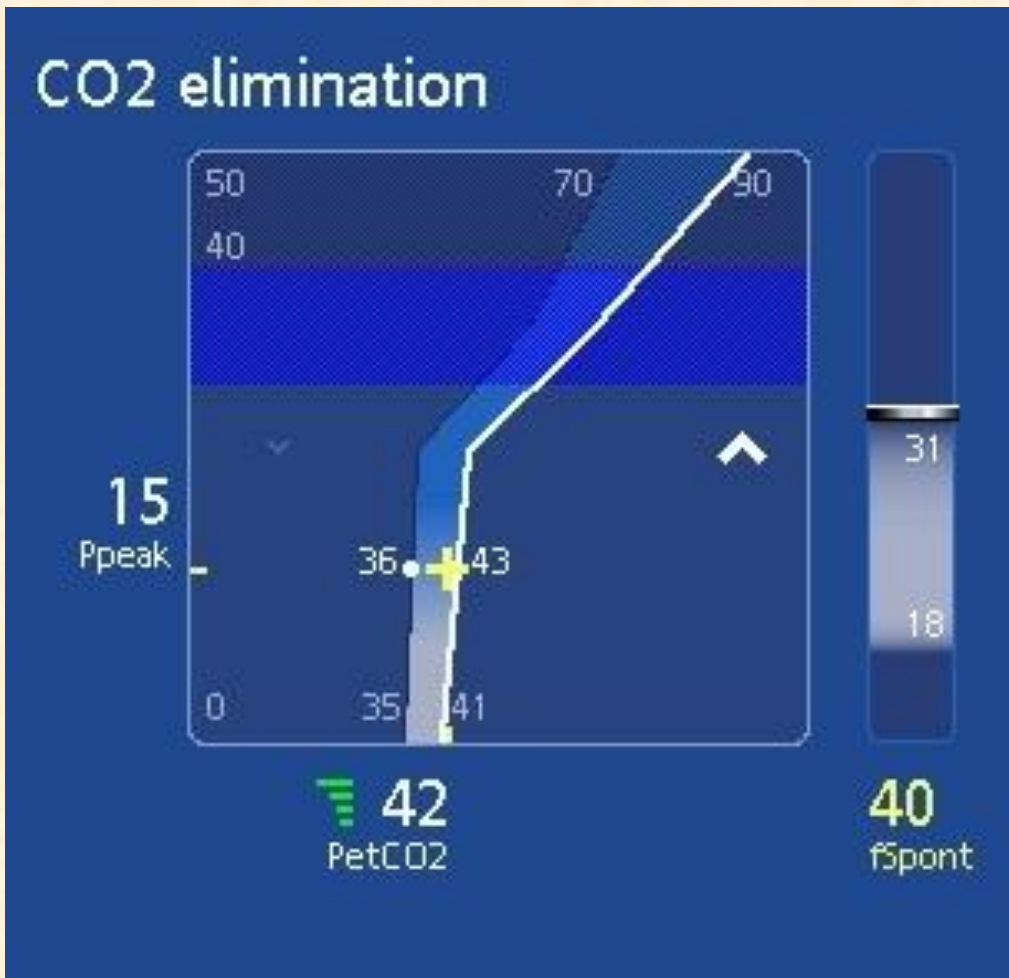


ЧДспонт
приемлемая

MinVol не меняется

Удерживать ЧДспонт в пределах $RR_{target} + \%MV/10$

Вентиляционный контроллер и спонтанное тахипное: увеличение поддержки



ЧДспонт выше приемлемой

MinVol увеличивается

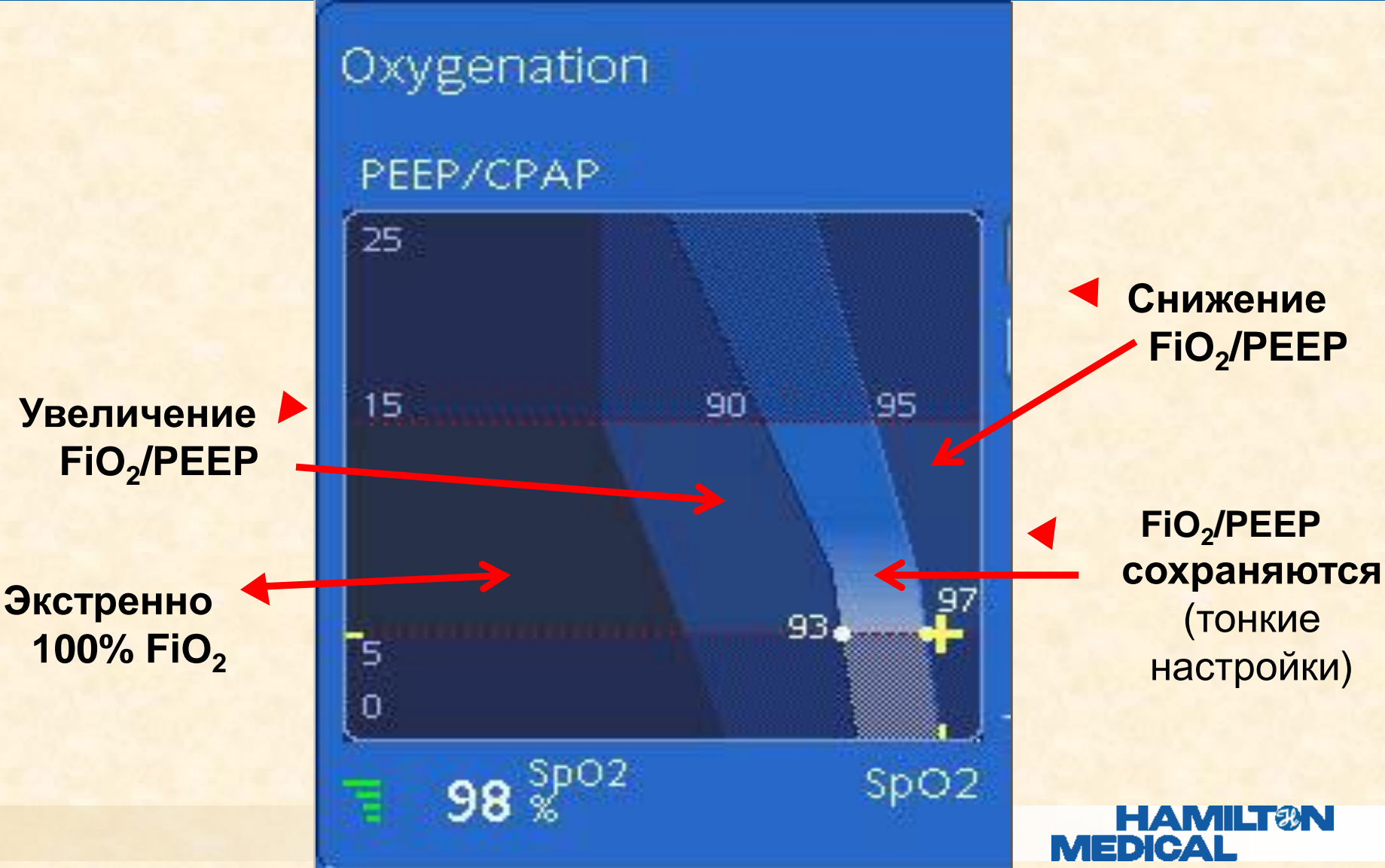
Intellivent: Автоматизация оксигенации

- Концентрация кислорода
(FiO_2)
- PEEP



...автоматически регулируются для поддержания SpO_2 в пределах допустимых границ.

IntelliVent®: Поддержание SpO₂ в заданных пределах



Возможность регулировки целевого SpO₂

- Целевые границы SpO₂ могут сдвигаться - 2/ +5 %



IntelliVent®: Регулировка FiO2/PEEP



NIH NHLBI ARDS Clinical Network
Mechanical Ventilation Protocol Summary

INCLUSION CRITERIA: Acute onset of

1. $PaO_2/FiO_2 \leq 300$ (corrected for altitude)
2. Bilateral (patchy, diffuse, or homogeneous) infiltrates consistent with pulmonary edema
3. No clinical evidence of left atrial hypertension

OXYGENATION GOAL: PaO_2 55-80 mmHg or SpO_2 88-95%

Use a minimum PEEP of 5 cm H₂O. Consider use of incremental FiO₂/PEEP combinations such as shown below (not required) to achieve goal.

Lower PEEP/higher FiO₂

FiO₂	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12

FiO₂	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
PEEP	14	14	14	16	18	18-24

Higher PEEP/lower FiO₂

FiO₂	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
PEEP	5	8	10	12	14	14	16	16

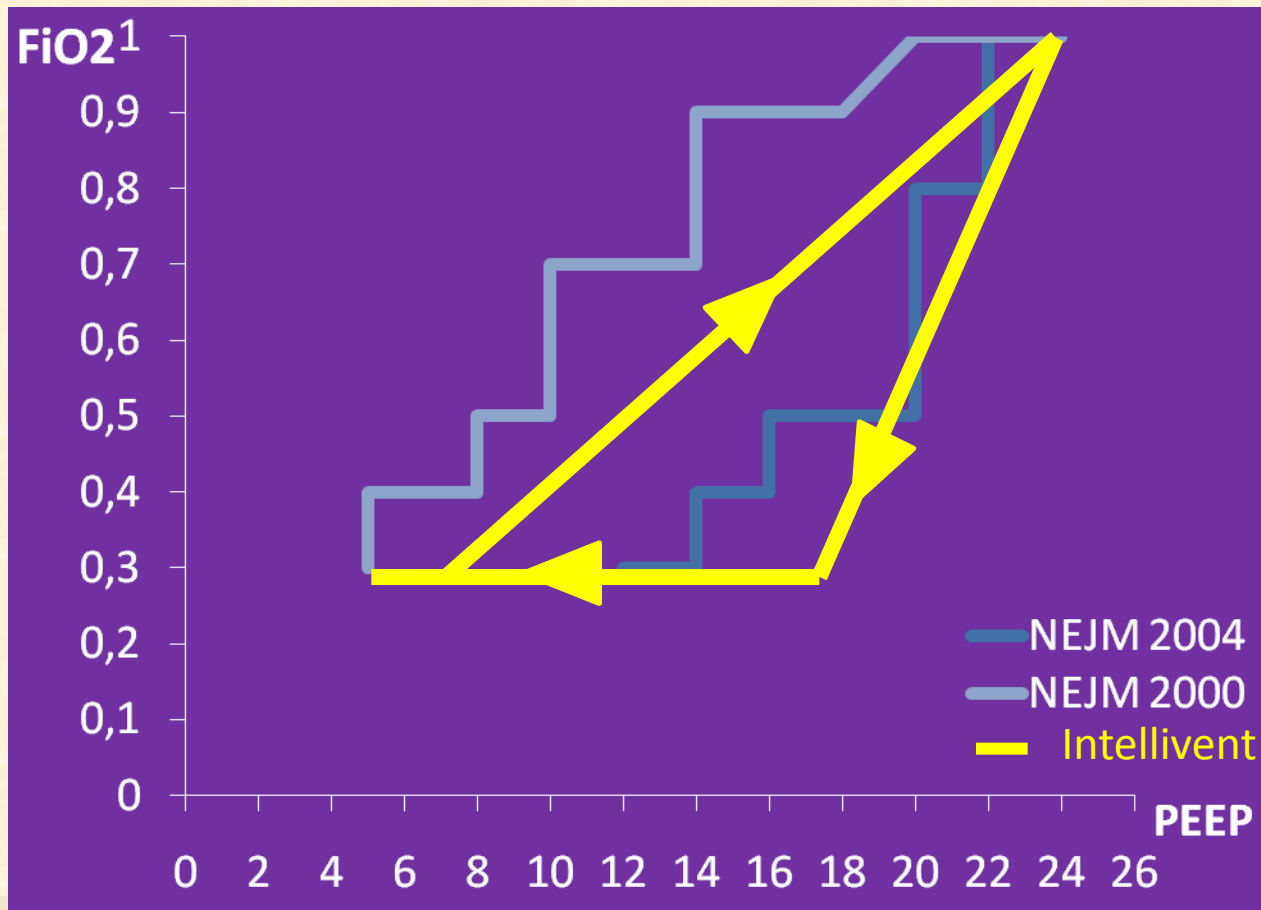
FiO₂	0.5	0.5-0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
PEEP	18	20	22	22	22	24

OXYGENATION GOAL: PaO_2 55-80 mmHg or SpO_2 88-95%

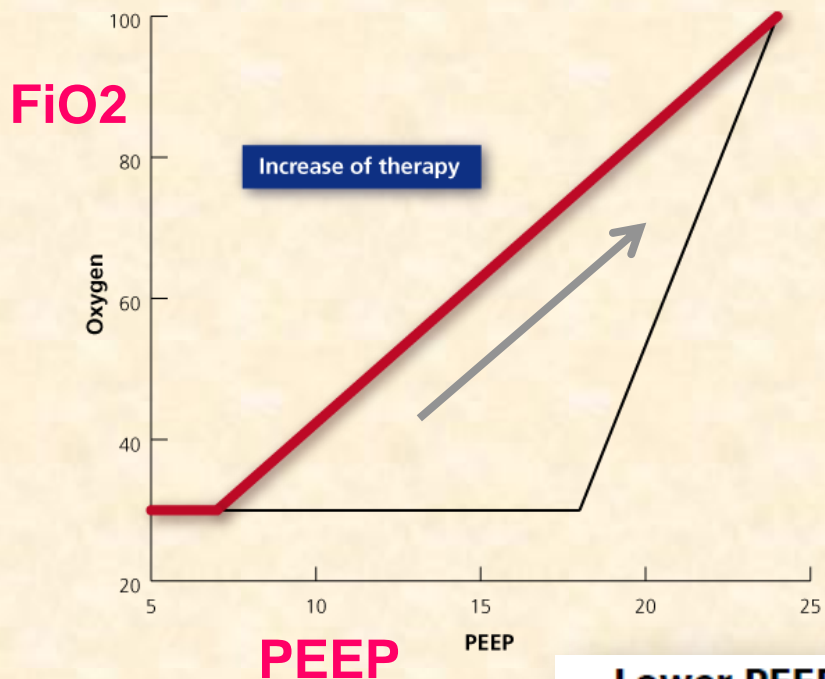
Комбинация FiO₂/PEEP в соответствии с определенными протоколами.

Регулировка PEEP- FiO₂ : принцип ARDSnet

ARDSnet. NEJM 2000
ARDSnet. NEJM 2004



Увеличение FiO₂ / PEEP: ARDSnet протокол



Lower PEEP/higher FiO₂

FiO ₂	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12

FiO ₂	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
PEEP	14	14	14	16	18	18-24

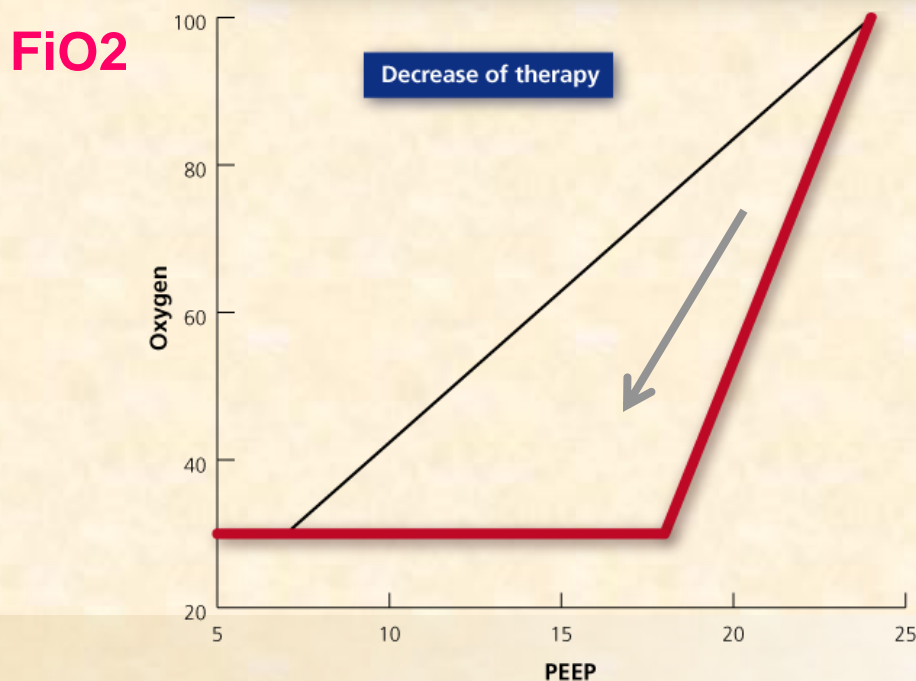
ARDSnet. NEJM 2000

Снижение FiO₂ / РЕЕР: Концепция поддержания ОТКРЫТЫХ ЛЕГКИХ

Higher PEEP/lower FiO₂

FiO₂	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
PEEP	5	8	10	12	14	14	16	16

FiO₂	0.5	0.5-0.8	0.8	0.9	1.0	1.0
PEEP	18	20	22	22	22	24



ARDSnet. NEJM 2004

IntelliVent®: ограничение РЕЕР

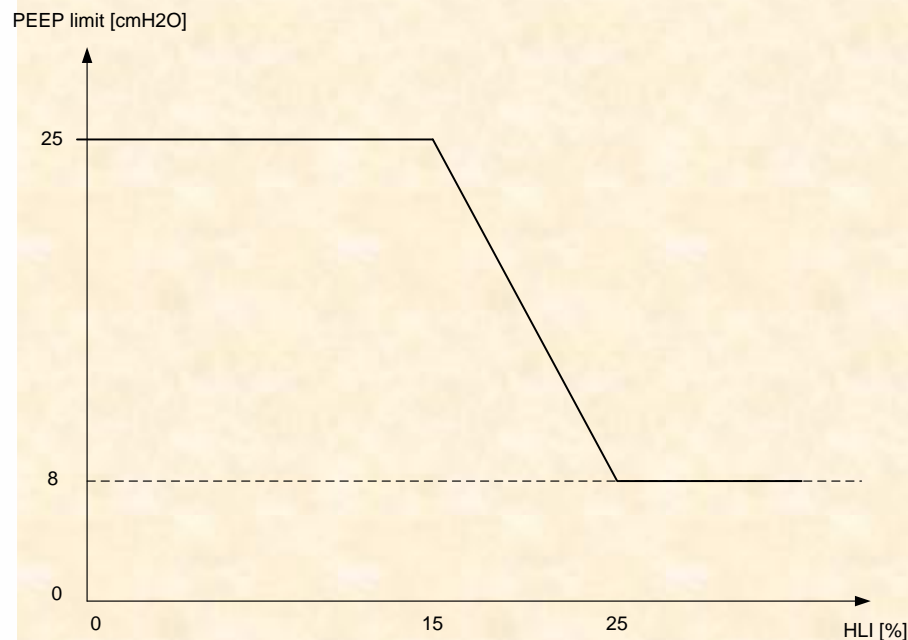
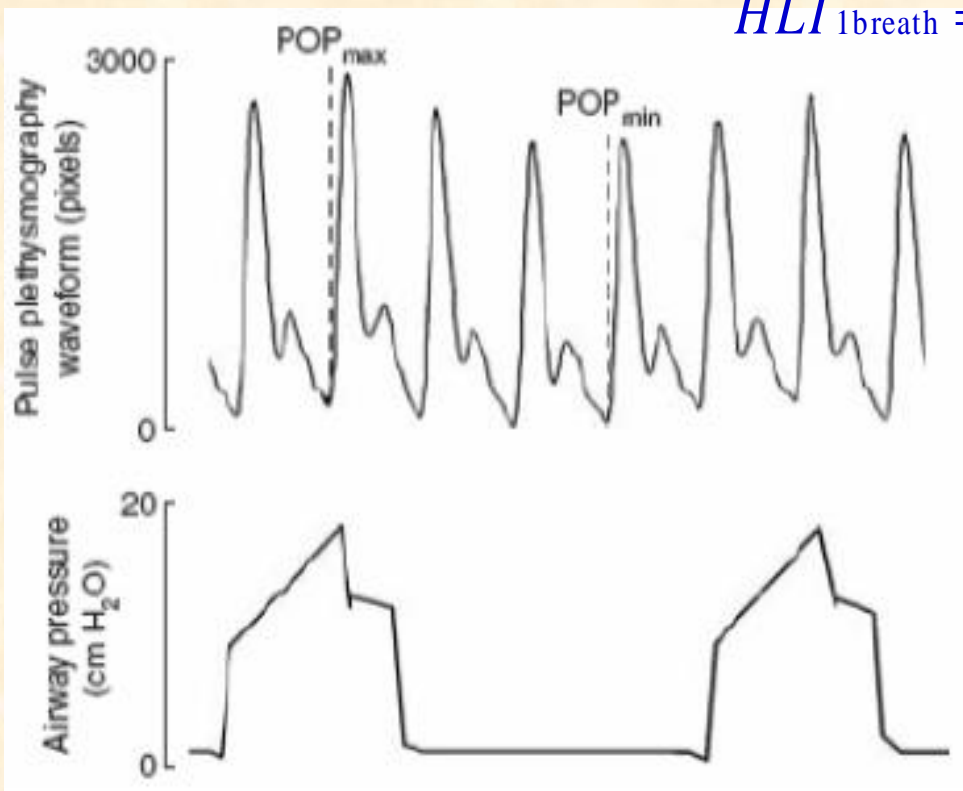


Максимальное РЕЕР
устанавливается врачом

По состоянию гемодинамики:
HLI индекс

IntelliVent®: HLI индекс и ограничение PEEP

$$HLI_{1\text{breath}} = 100 * \left(\frac{(A_{\text{max}} - A_{\text{min}})}{0.5 * (A_{\text{max}} + A_{\text{min}})} \right) [\%]$$



Feissel. Intensive Care Med 2007
Canesson. Anesthesiology 2007

Intellivent и рекрутмент

Auto recruitment

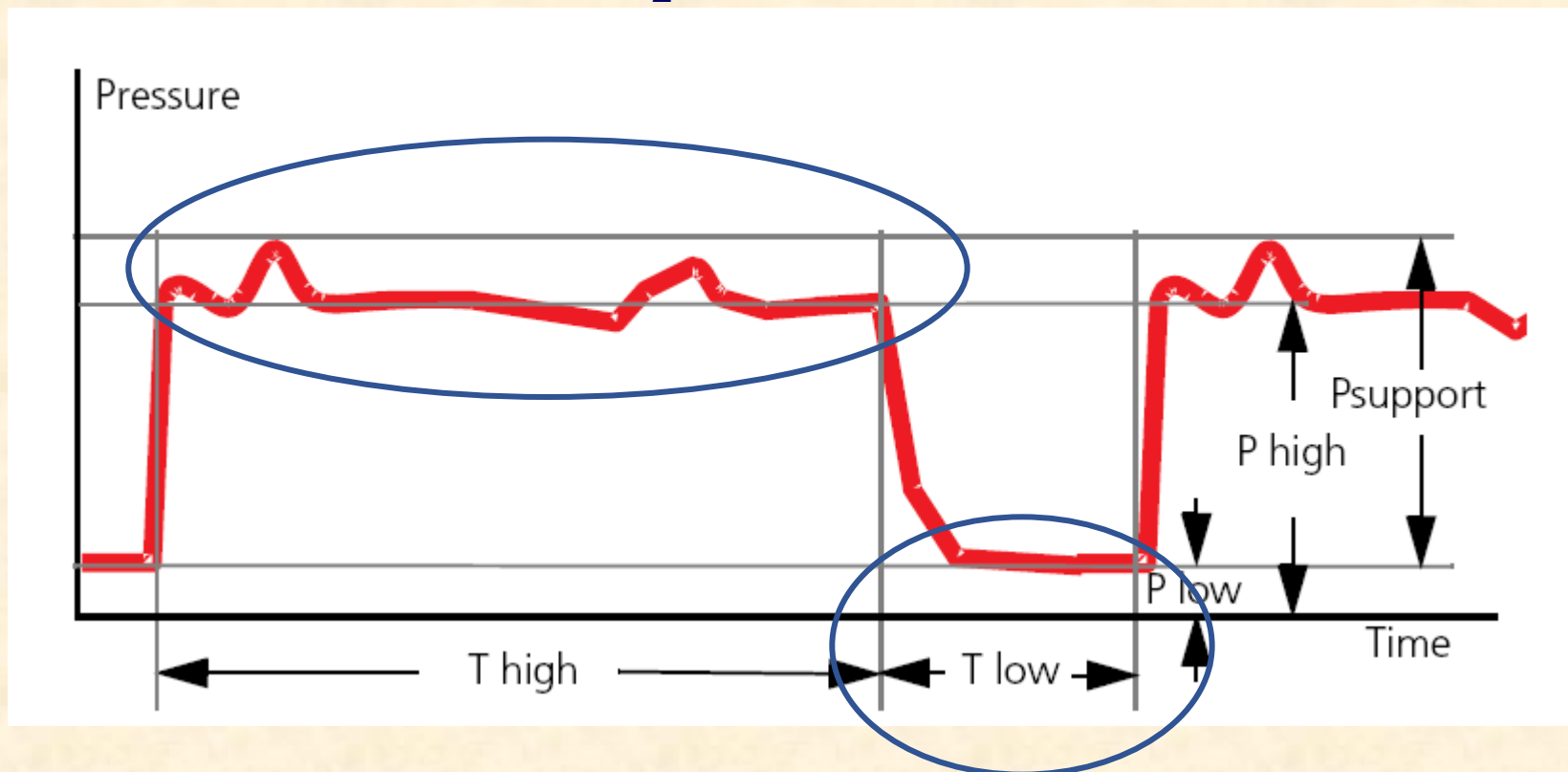
Passive Pt

No recruitment

- Выполняется каждые 12 минут (низкий SpO₂ на фоне ↑PEEP)
- 40 cmH₂O на 20 s

Intellivent: прием рекрутмента (40/20)

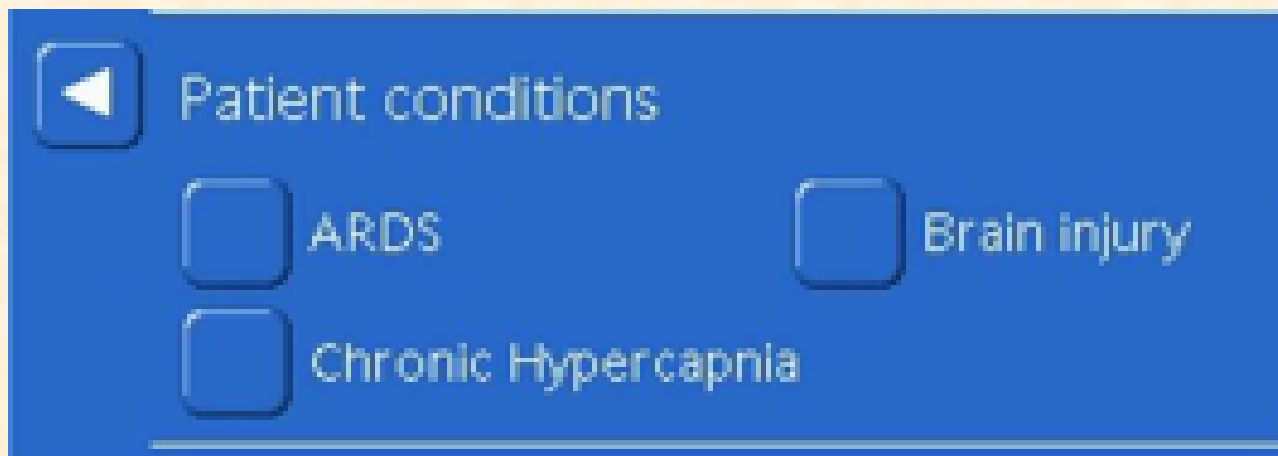
40 cmH₂O на 20 sec



Short release time

После приема – PEEP + 1 cmH₂O

IntelliVent® : Состояния пациента



- **Нормальные легкие**
- **ARDS**
- **Хр. гиперкапния (ХОБЛ)**
- **Повреждение мозга**

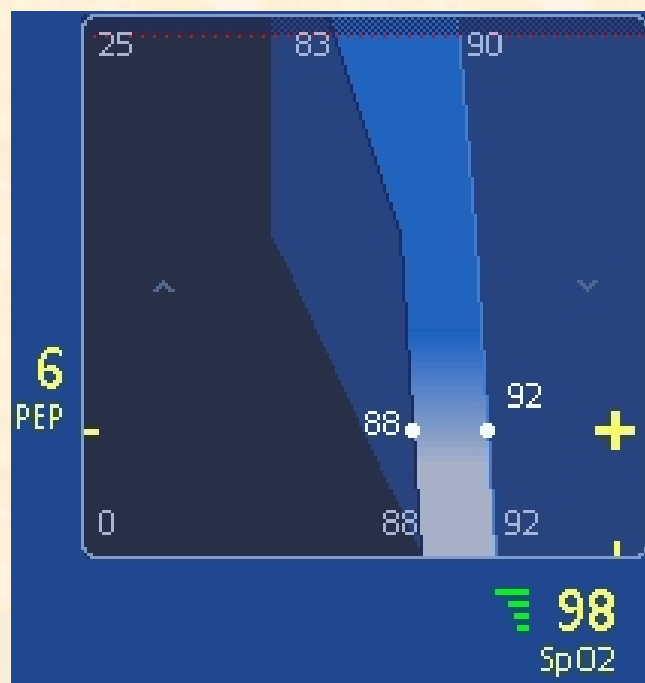
Intellivent и хроническая гиперкапния (ХОЗЛ)

CO2 elimination

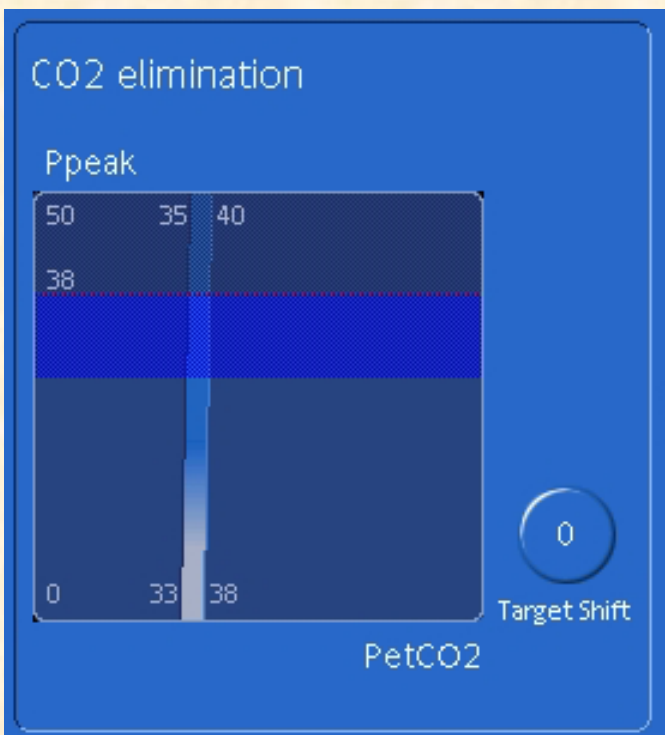
Peak



- Целевой PetCO2 + 10 mmHg
- SpO2 88-92%
- PEEP вручную



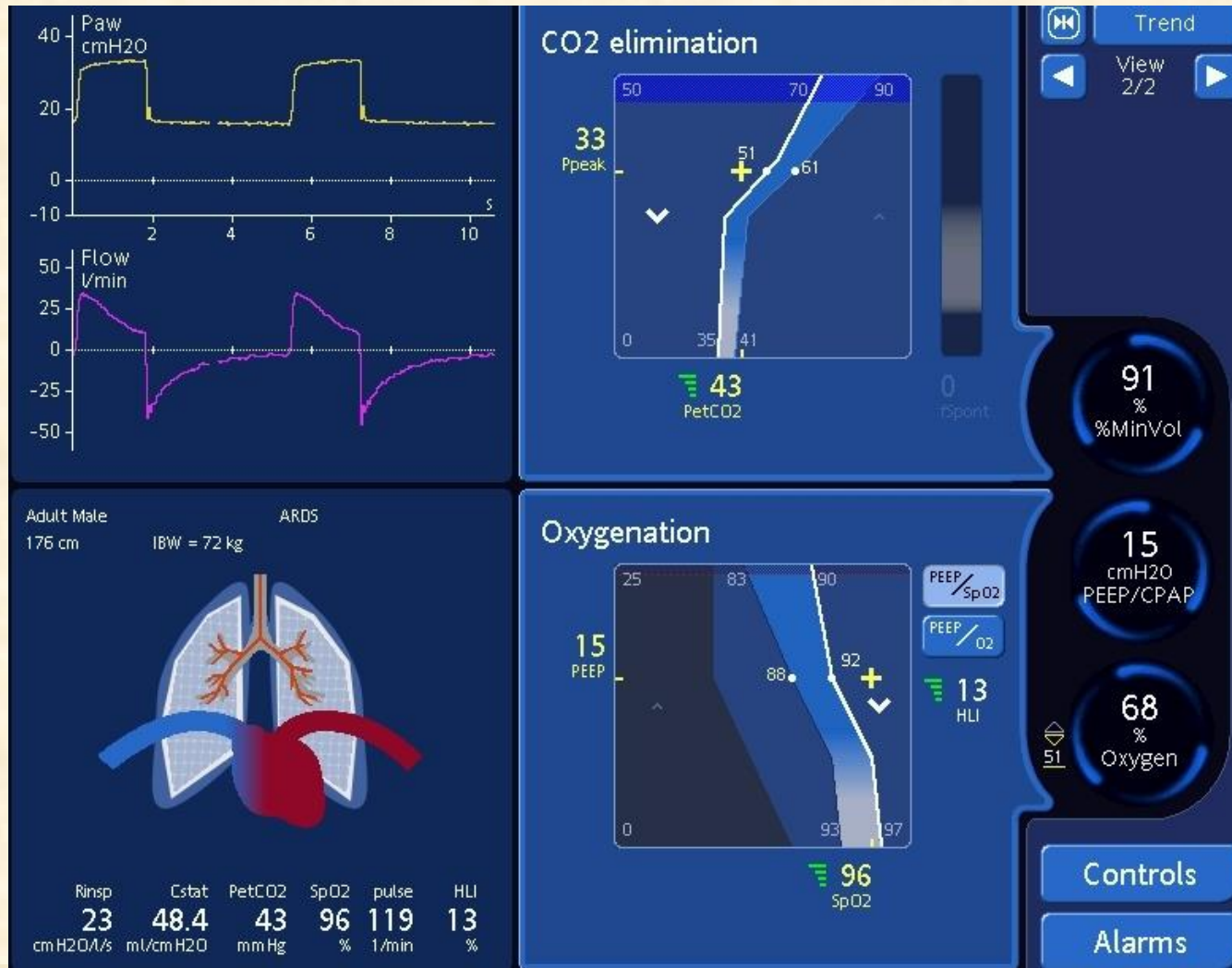
Intellivent и «Повреждение мозга»



- Целевой PetCO2 -2 mmHg
- Отмена «пермиссивной гиперкапнии»
- SpO2 +2%, без «допустимого снижения»
- РЕЕР вручную



Intellivent: Понятная визуальная информация



IntelliVent и «отучение» от ИВЛ

- ✓ Автоматическое снижение %MV/P_{insp}
- ✓ Автоматическое снижение FiO₂
- ✓ Автоматическое снижение PEEP
- ✓ Тест спонтанного дыхания

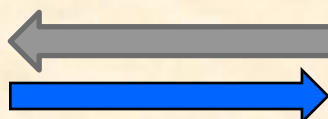
IntelliVent = автоматическое «отучение»!

Quick Wean: интеллектуальное «отлучение»

Снижение
респираторной
поддержки

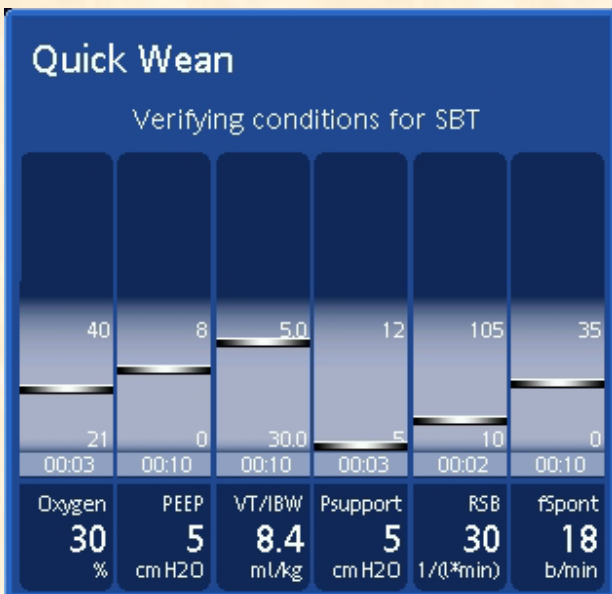
Оценка
готовности к
процессу
«отлучения»

ТСД успешен или
прерван

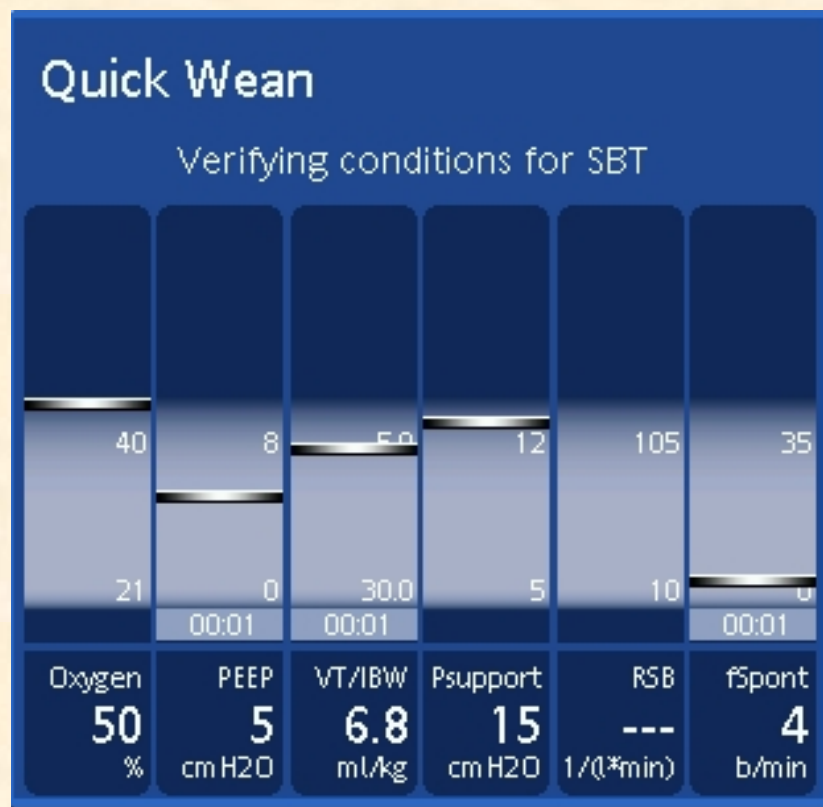


Старт
автоматически
или вручную

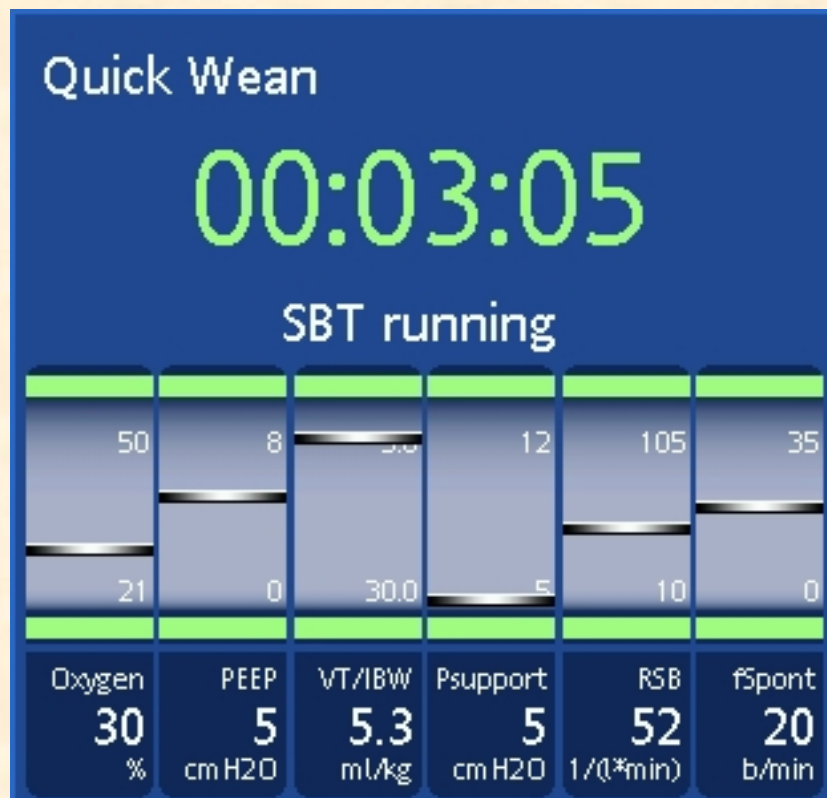
Тест
спонтанного
дыхания



Верификация критериев начала ТСД



Проведение ТСД



ТСД: мониторинг

Quick Wean

PEEP	✓	fSpont	✓
Oxygen	✓	Rate inc	✓
VT/IBW	✓	RSB	✓
Psupport	✓	%fSpont	✓
PetCO2	✓		

SBT manually start at 2012-05-01 17:06

SBT manually abort after 0 min

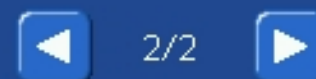


Quick Wean

PEEP	✓	fSpont	✓
Oxygen	✓	Rate inc	✓
VT/IBW	✓	RSB	✓
Psupport	✓	%fSpont	✓
PetCO2	✓		

SBT manually start at 2012-05-01 17:07

SBT running



Критерии «Прервать ТСД»

Language

Customize

Quick Wean

MMP selection

Vent Status

Options

Interface

Nebulizer

SpO2

Defaults

Close/Save

Quick Wean Parameter settings

To start SBT

SBT settings

To abort SBT

Adult

50 % Rate inc	50 % Oxygen	8 mmHg PetCO2 inc	180 s Tolerance time	--- min max. Duration
------------------	----------------	----------------------	-------------------------	--------------------------

Pediatric

50 % Rate inc	50 % Oxygen	8 mmHg PetCO2 inc	30 s Tolerance time	--- min max. Duration
------------------	----------------	----------------------	------------------------	--------------------------

Close

Set factory defaults

Configuration

Events

System

Intellivent и «отлучение»: функция Quick Wean

The screenshot displays the SBT configuration interface for the Hamilton Medical IntelliVent ventilator. The interface is divided into several sections:

- SBT configuration:** Contains six circular controls for timing and pressure settings:
 - 30 min: Before starting SBT
 - 30 min: Between 2 SBT's
 - 35 b/min: Rate
 - 12 cmH2O: Pressure
 - 5 cmH2O: PInsp low
 - SBT time range: 08:00 (After) and 20:00 (Before)
- Automatic adjustments:** Three rows of toggle buttons for %MinVol, PEEP/CPAP, and Oxygen, each with 'Automatic' and 'Manual' options.
- Patient conditions:** A section with a left-pointing arrow and three checkboxes: ARDS, Brain injury, and Chronic Hypercapnia.
- Quick Wean:** A section with a right-pointing arrow and two toggle buttons: 'Automatic' and 'Disabled'.
- Auto recruitment:** Two buttons: 'Passive Pt' and 'No recruitment'.
- PEEP limit control:** A vertical slider with '15' at the top and '5' at the bottom, and an 'HLI activated' checkbox.
- Bottom navigation:** 'Manual Start SBT' button on the left, and 'Cancel' and 'Continue' buttons on the right.

«Отлучение» через Intellivent: преимущества

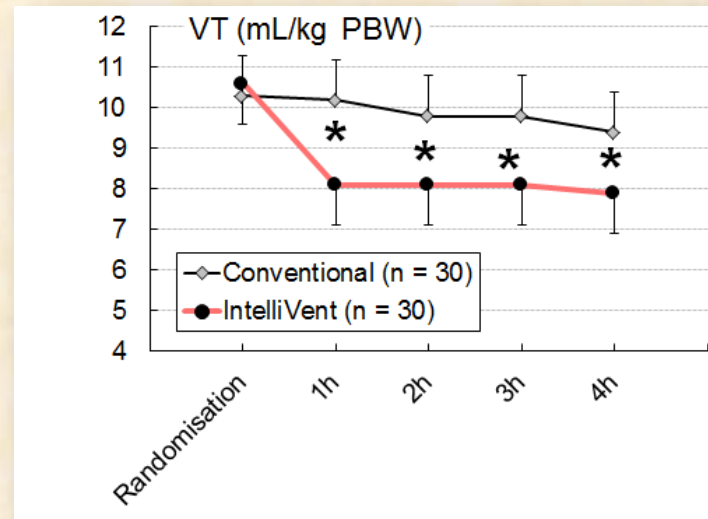
- Индивидуальный протокол
- Автоматизация снижения респираторной поддержки и проведения ТСД, значительно меньше манипуляций и присутствия персонала
- Мониторинг и информативность (специальные окна)
- Безопасность (тревоги, сообщения, автоматическое прерывание ТСД при необходимости)



Насколько эффективен и безопасен INTELLiVENT[®]-ASV?

Intellivent и «стандартные» режимы

- Рандомизированное контролируемое исследование:
 - 60 пациентов
 - Контрольная группа: SIMV + PS
- Результаты:
 - Intellivent безопасен
 - Ниже V_T и FiO_2
 - Больше времени в «оптимальной» зоне вентиляции
 - Меньше ручных регулировок

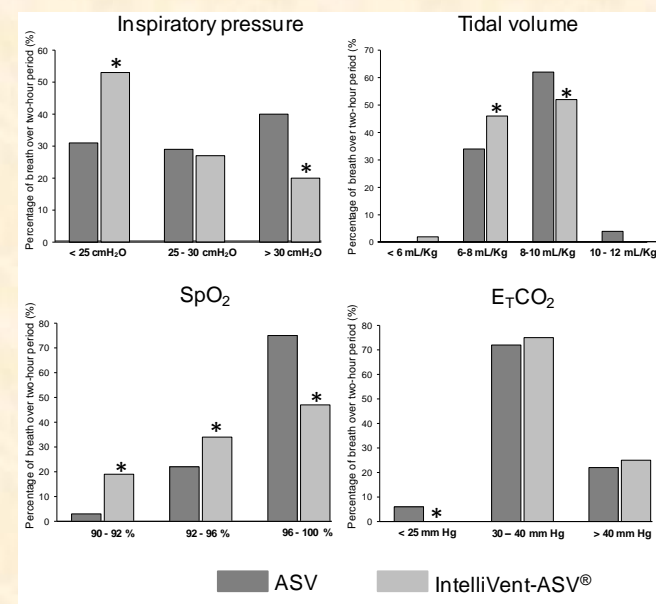


Intellivent: безопасность у пассивных пациентов

- Рандомизированное перекрестное исследование:
 - 50 пациентов: 19 с нормальными легкими, 31 с ОРДС
 - 2 периода по 2 часа
 - Intellivent и ASV

- Результаты:

- Intellivent безопасен
- Ниже MV , P_{INSP} , P_{PLAT} , V_T , FiO_2
- Больше времени в «оптимальной» зоне ИВЛ



Intellivent и длительная ИВЛ

- Проспективное сравнительное исследование:
 - 100 «последовательных» пациентов
 - Сравнение автоматических и ручных настроек
 - От интубации до экстубации
- Результаты:
 - Intellivent безопасен
 - Автоматические настройки мало отличались от ручных
 - Автоматически выбирает параметры вентиляции и оксигенации в зависимости от состояния пациента

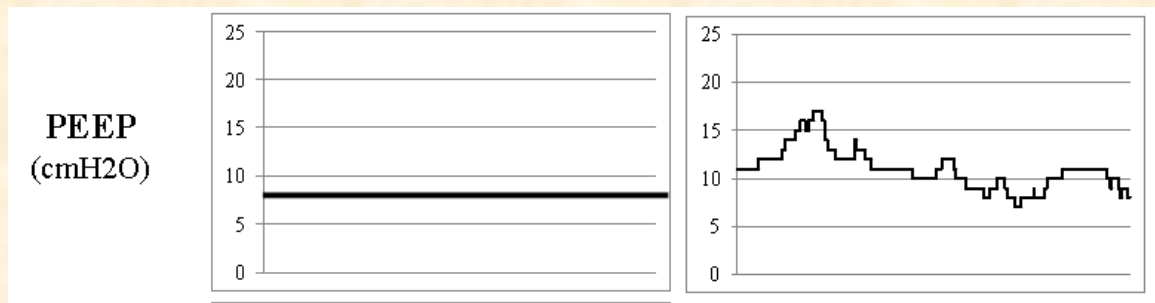
Intellivent и активные пациенты

- Рандомизированное перекрестное исследование:

- 14 пациентов
- Два периода по 24 часа
- Контроль: PSV

- Результаты:

- Intellivent безопасен
- IntelliVent-ASV: вариабельность (адаптивность) P_{insp}, FiO₂ и PEEP, стабильная оксигенация



Intelligent и безопасность пациентов

A RATIONAL FRAMEWORK FOR SELECTING MODES OF VENTILATION

Table 5. Unique Modes of Table 2 (With a Few Variations Added) Ranked by Technological Capabilities Related to the Goal of Safety

Mode Name	Mode Classification	Automatic Adjustment of Minute Ventilation Target	Automatic Adjustment of Support in Response to Changing Respiratory Mechanics	Automatic Adjustment of Minute Ventilation Parameters (f , V_T)	Manual Adjustment of Minimum Minute Ventilation Parameters (f , V_T)	Automatic Adjustment of Oxygen Delivery	Automatic Adjustment of End-Expiratory Lung Volume	Automatic Adjustment of Ventilation Parameters Within Lung-Protective Limits	Minimize Tidal Volume	Safety Capabilities
IntelliVent-ASV	PC-IMV _{OL,OL}	✓	✓	✓		✓	✓	✓		6
Adaptive Support Ventilation	PC-IMV _{O,O}		✓	✓				✓		3
Automode (Pressure Regulated Volume Control to Volume Support)	PC-IMV _{A,A}		✓	✓	✓					3
Automode (Volume Control to Volume Support)	VC-IMV _{D,A}		✓	✓	✓					3
Mandatory Minute Volume with Pressure Limited Ventilation*	VC-IMV _{DA,S}			✓	✓					2
Adaptive Pressure Ventilation Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation	PC-IMV _{A,S}		✓		✓					2
Mandatory Minute Volume Ventilation	VC-IMV _{A,S}			✓	✓					2
Pressure Regulated Volume Control	PC-CMV _A		✓		✓					2

INTELLIVENT-ASV увеличивает безопасность за счет ...

... постоянной адаптации к состоянию пациента

... снижения риска установки неверных параметров (ошибки «человеческого фактора»)

... автоматического применения принципов «защитной» ИВЛ

... раннего реагирования на ухудшение состояния пациентов

Снижение сложности процесса ИВЛ

Больше времени для персонала

Больше безопасности для пациента



**Спасибо
За
ВНИМАНИЕ**

