

# Принципы протективной ИВЛ и роль адаптивных режимов



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

# History of Mechanical Ventilation

## From Vesalius to Ventilator-induced Lung Injury

Arthur S. Slutsky<sup>1,2,3</sup>

### История МВЛ: от Везалиуса до ВВПЛ

- МВЛ лечит.....
- МВЛ спасает жизни....
- МВЛ – «машина времени»...
- МВЛ повреждает.....
- МВЛ убивает.....



## Базис протективной МВЛ

- Протективная ИВЛ = «защитные» параметры ИВЛ
- Что защищаем? Относительно «здоровую» часть легких
- От чего защищаем? От повреждающего действия ИВЛ
- Цель защиты? Минимизация риска развития ВВПЛ (Вентиляционно-вызванное повреждение легких) (VILI)
- Клиническое значение протективной МВЛ? Улучшение выживаемости (не только при ОРДС !)

A.Slutsky Am J Respir Crit Care Med 2015; 191: 1106

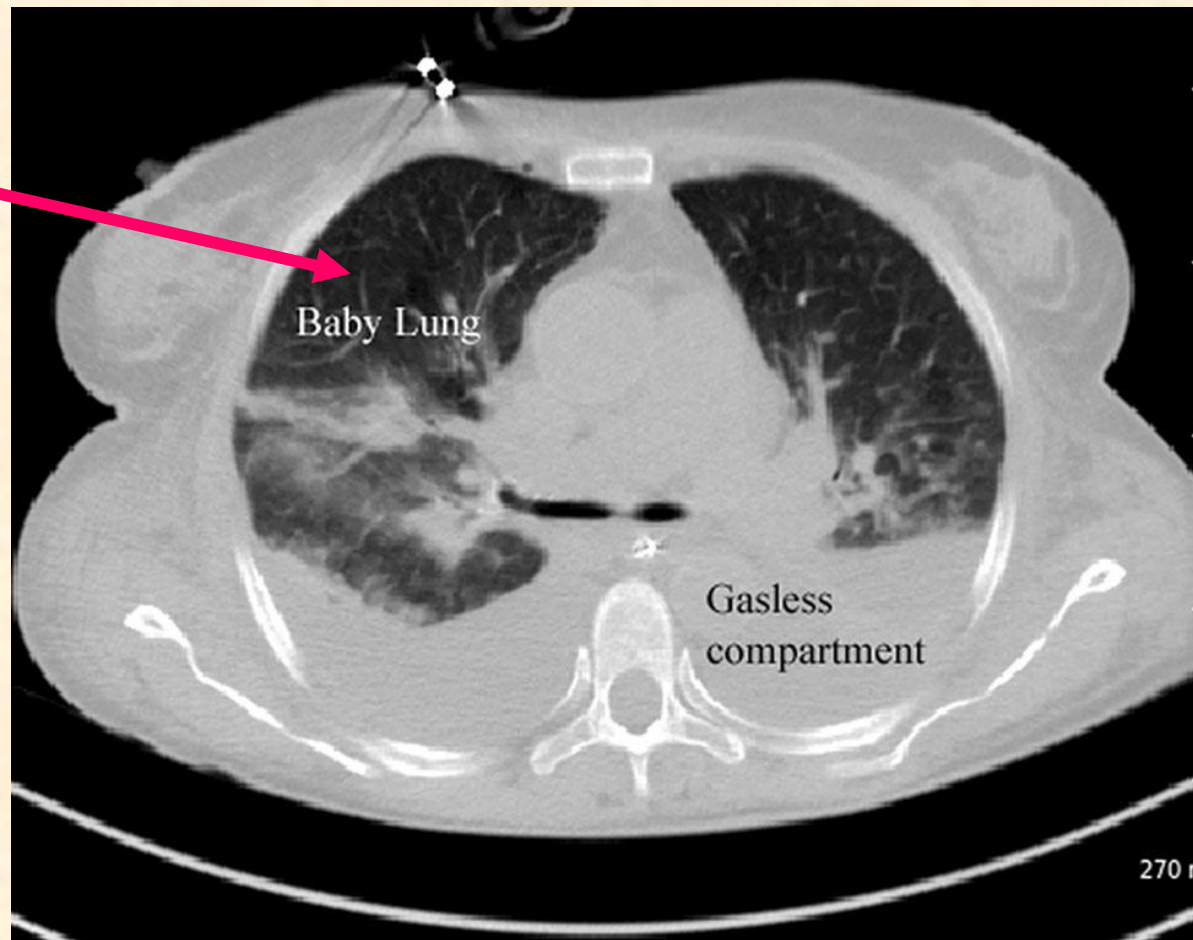
A.Slutsky & M.Raniari NEJM 2013; 369: 2126

# Предрасположенность к ВВПЛ при ОРДС: концепция “Baby lung”

Baby lung

Низкий эффективный  
объем легких

Низкая общая  
податливость легких



L.Gattinoni Int Care Med 2005; 31: 776;  
Int Care Med 2016; 42: 663

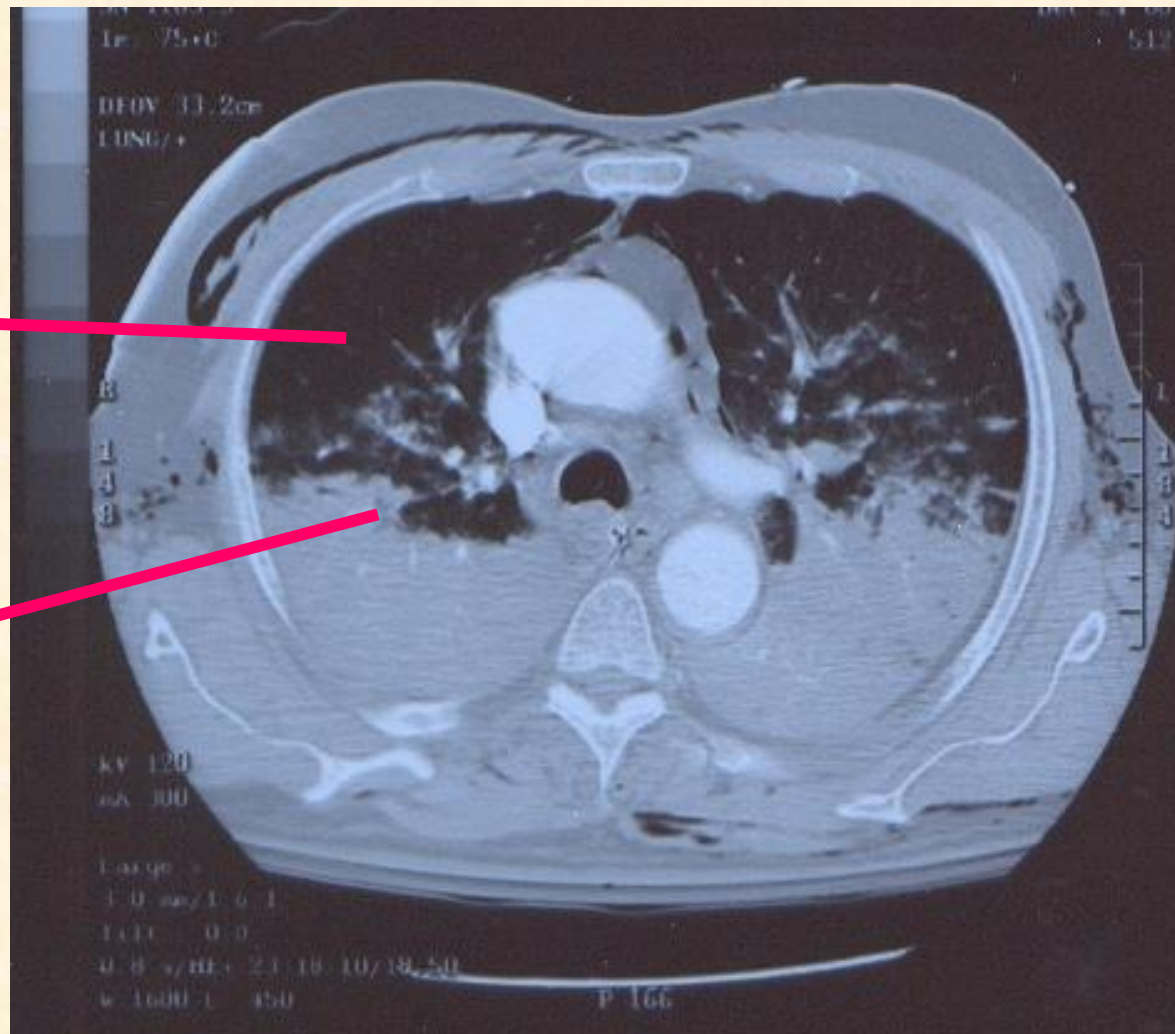


# ВВПЛ (VILI): Механизмы развития

Перерастяжение и деформация (stress & strain)

Ателектравма

Биотравма



# ВВПЛ (VILI): Патофизиология

Механотравма

+

Биотравма

+

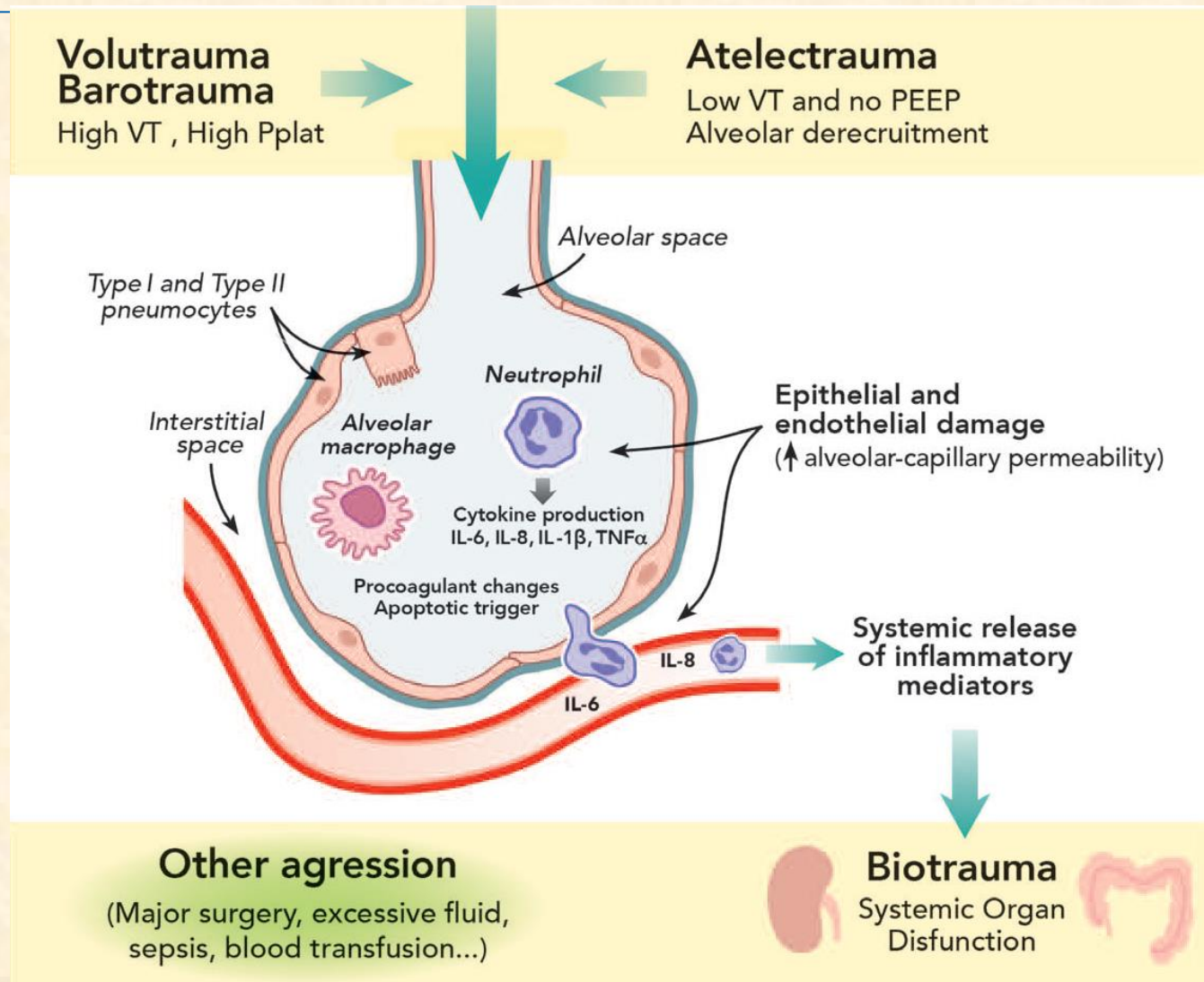
Шунт



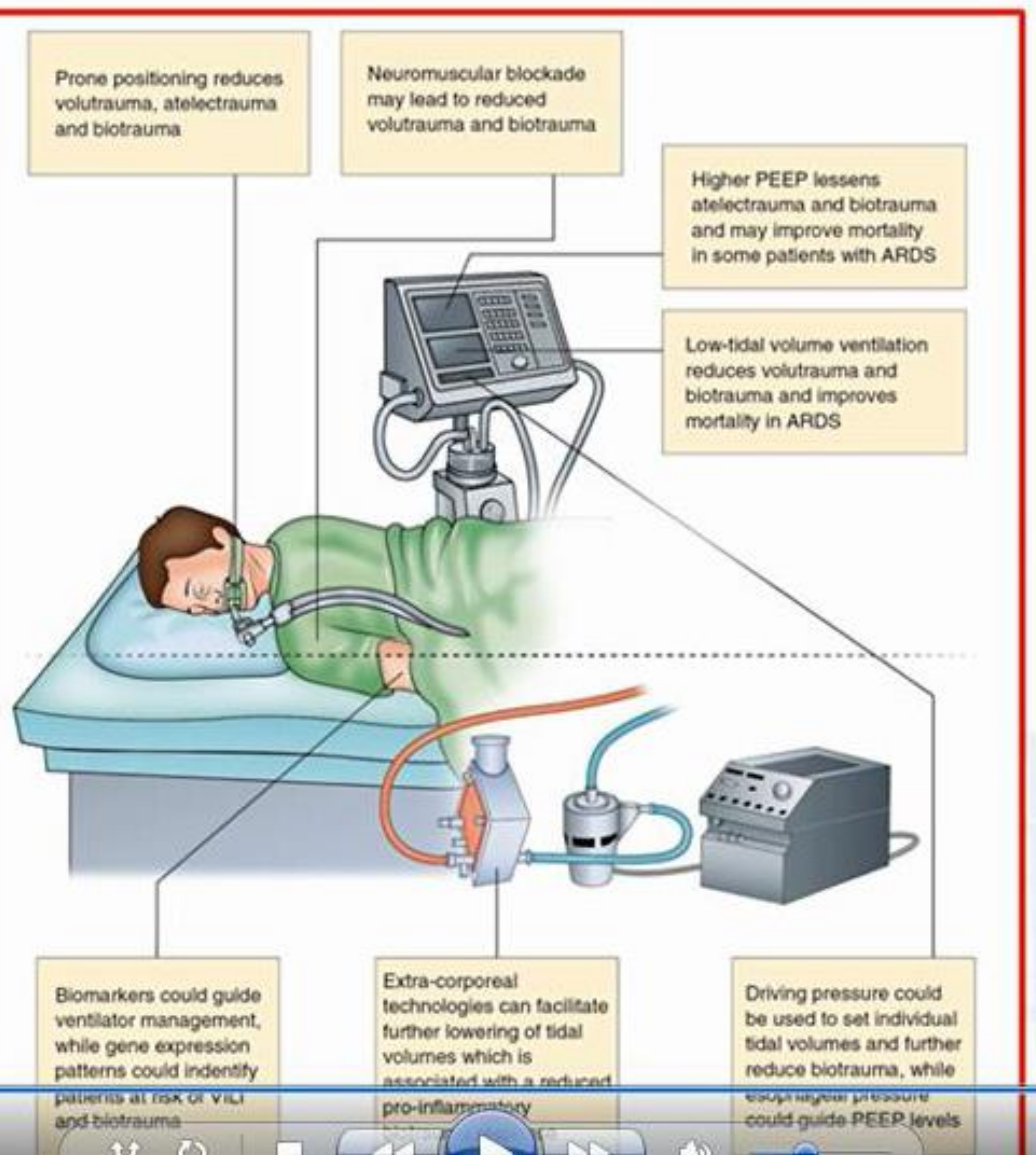
Гипоксемия

+

СПОН



# Снижение риска ВВПЛ: возможности

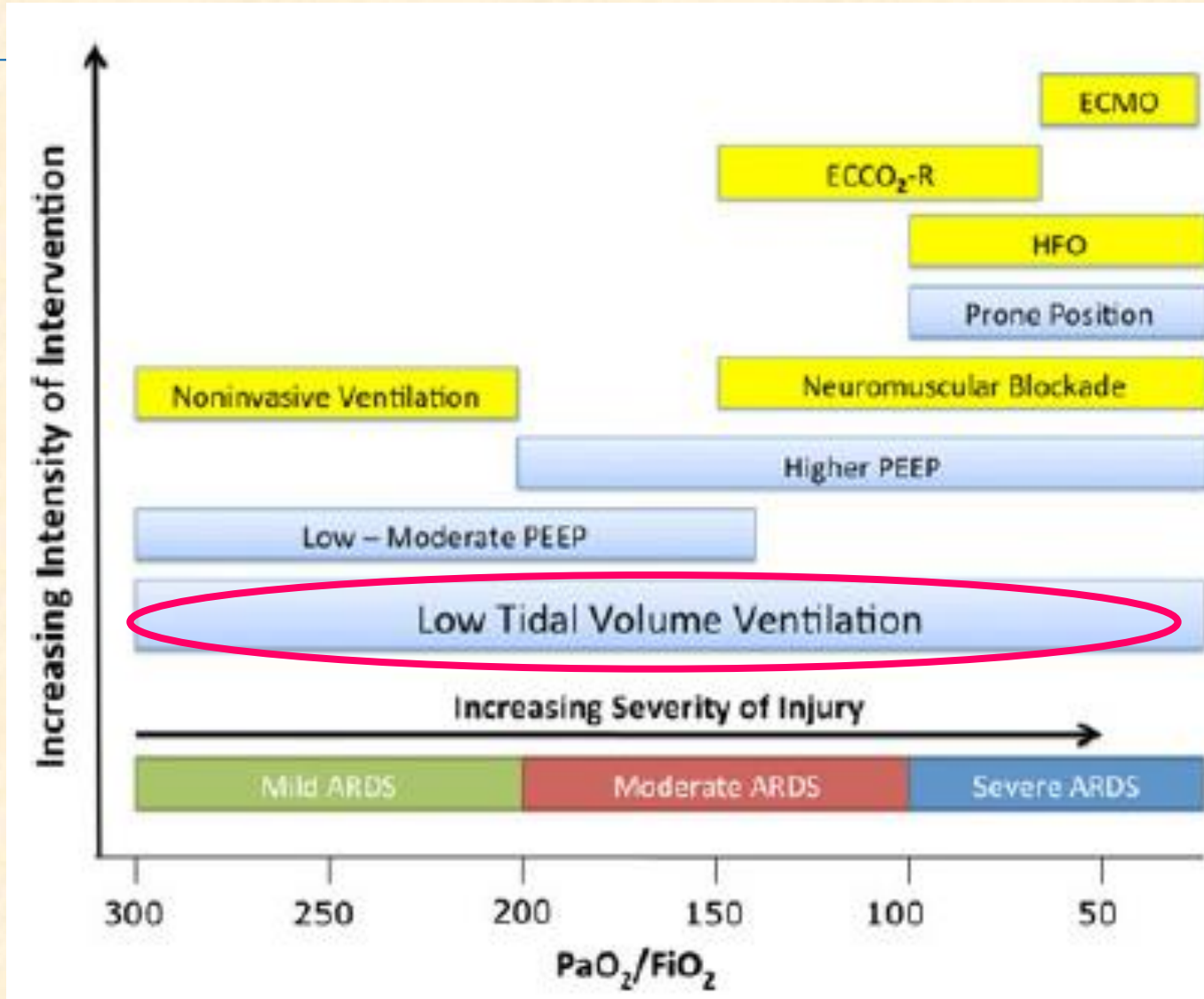


- **Ограничение ДО**
- **Ограничение давления**
- Рекрутмент + высокий РЕЕР (?)
- Прон-позиция (?)
- Миорелаксация (?)
- Ультрапротективная ИВЛ
- ЕССО<sub>2</sub>Р (?)
- ЕСМО (?)

G.Curley Chest 2016; 150: 1109



# ОРДС: стратегии МВЛ





# Основные принципы протективной МВЛ (ОРДС)

- **Ограничение дыхательного объема (5-7 мл/кг ИМТ)**
- **Ограничение давления:  $P_{plat} < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  
 $\Delta P (P_{plat} - PEEP) < 15 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  
 $P_{tp \text{ insp}} < 20 (< 15) \text{ cmH}_2\text{O}$**
- **Предупреждение ателектотравмы: PEEP**

Amato et al., N Engl J Med 1998; 2015

ARDS network. N Engl J Med 2000, 2004

Villar, Kasparek, Crit Care Med 2006

L.Gattinoni Cur Opin Crit Care 2005; Minerva Anesth 2014

Survival Sepsis Campaign 2016

# Дополнительные принципы протективной ИВЛ (ОРДС)

- Достаточное время вдоха и выдоха
- «Приемлемая» оксигенация ( $PaO_2 > 55 \text{ mmHg}$ ,  $SaO_2 > 88\%$ )
- Пермиссивная (позволительная) гиперкапния (при отсутствии противопоказаний)
- $FiO_2 \leq 60\%$

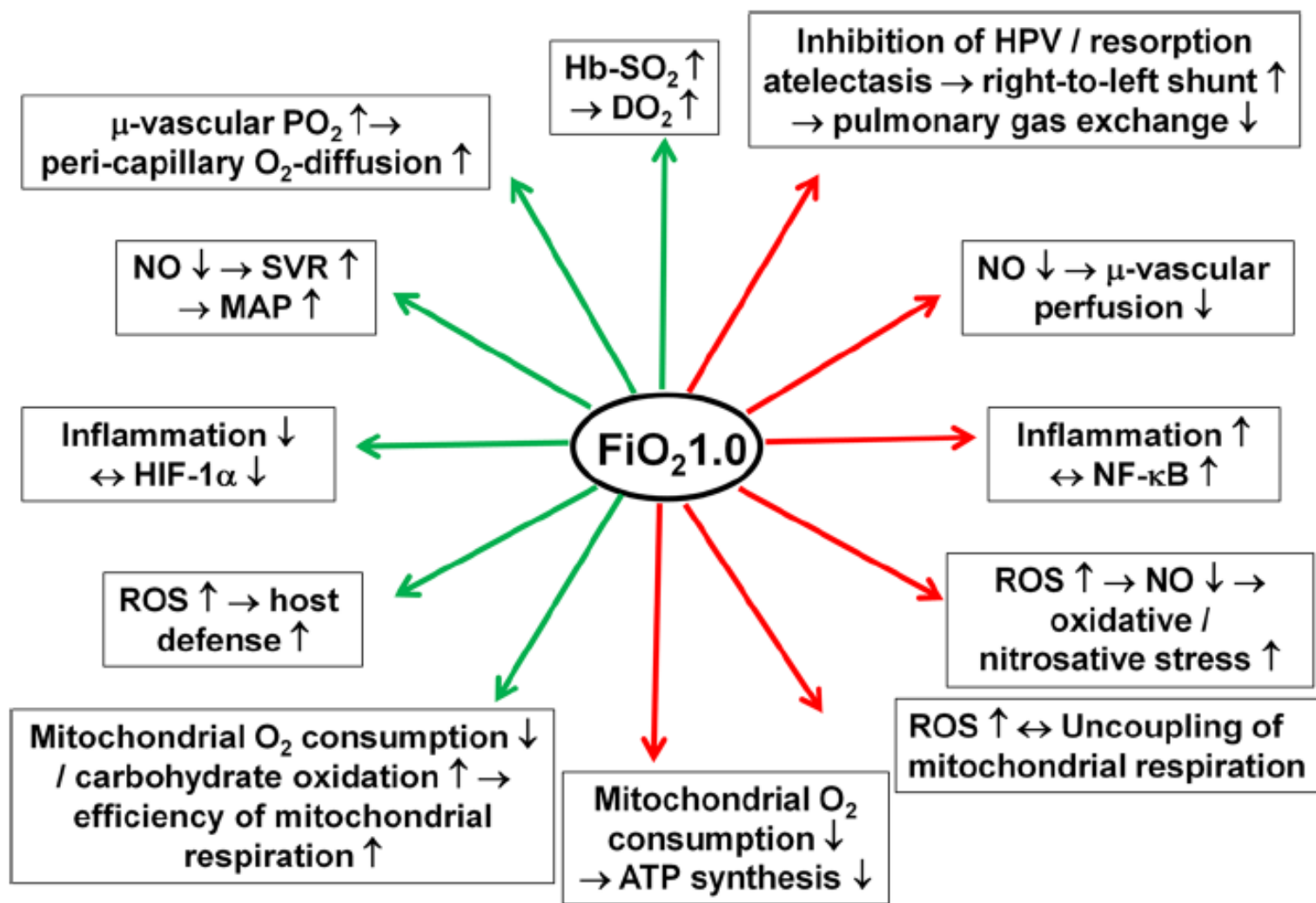
ARDSnet 2000, 2004

L. Gattinoni Cur Opin Crit Care 2005

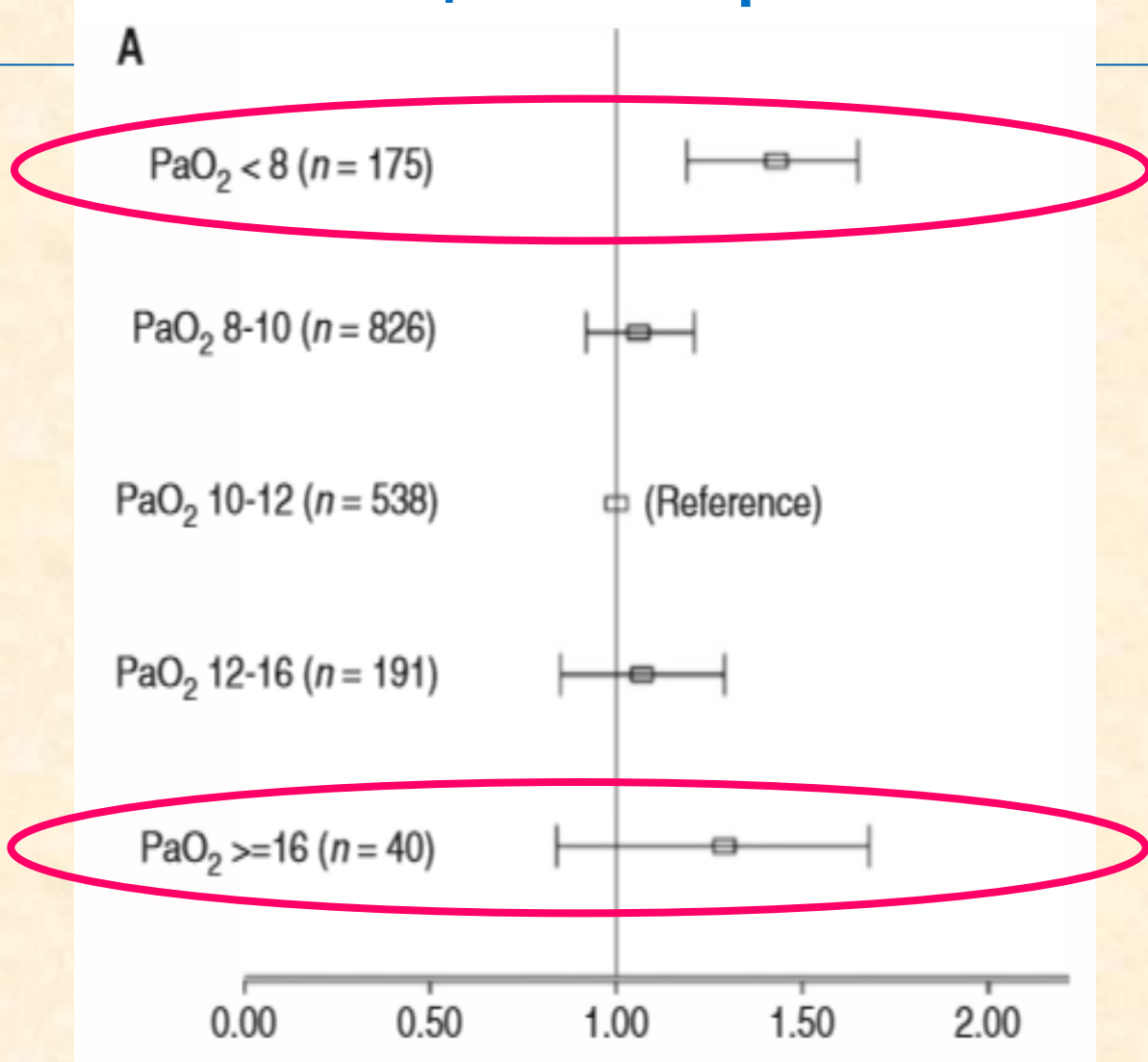
D.Chiumello Crit Care 2016

R.Panwar Am J Respir Crit Care Med 2016

# Высокий $\text{FiO}_2$ : потенциальная польза и вред



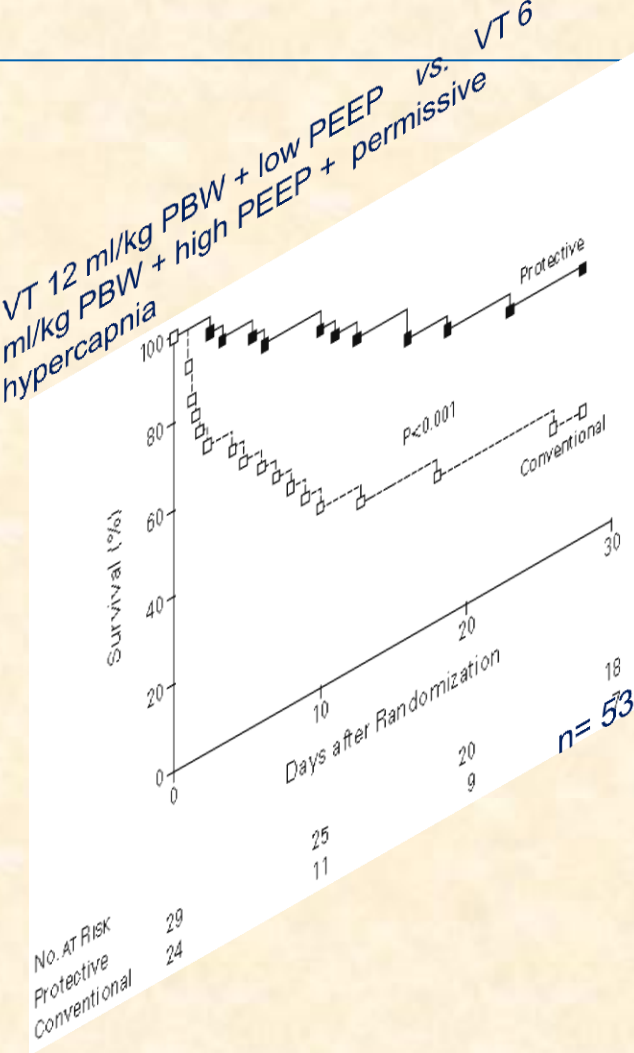
# Оксигенация и смертность в ОРИТ



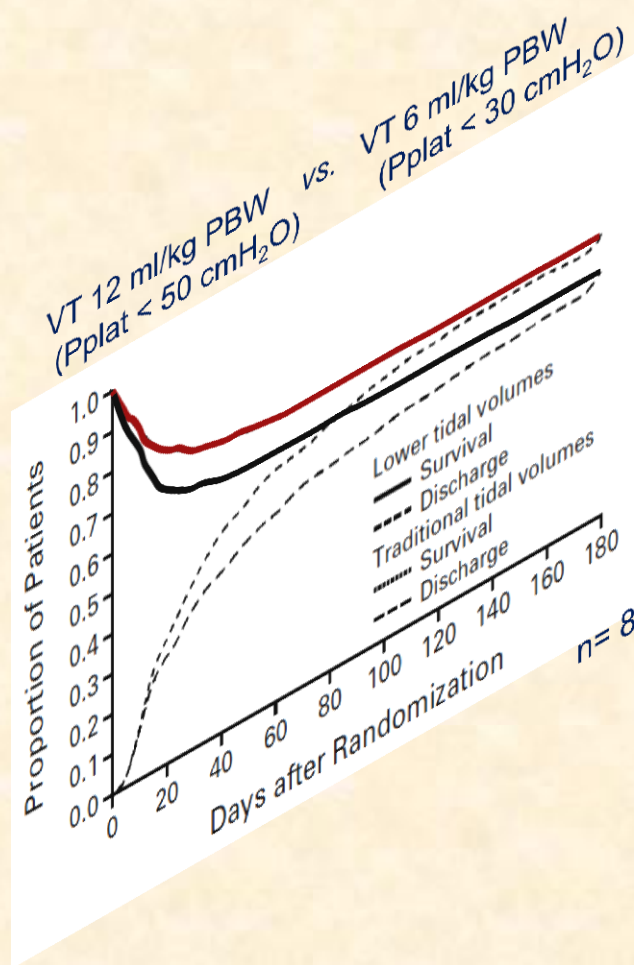
1770 пациентов с сепсисом



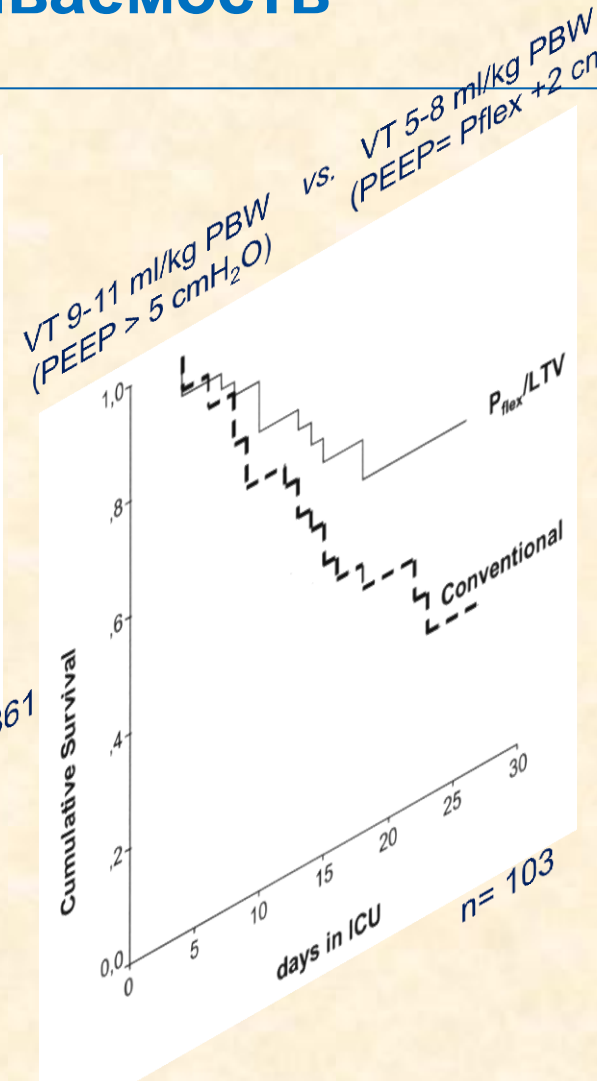
# «Протективная» МВЛ улучшает выживаемость



Amato. New Engl J Med 1998



ARDSnet. New Engl J Med 2000

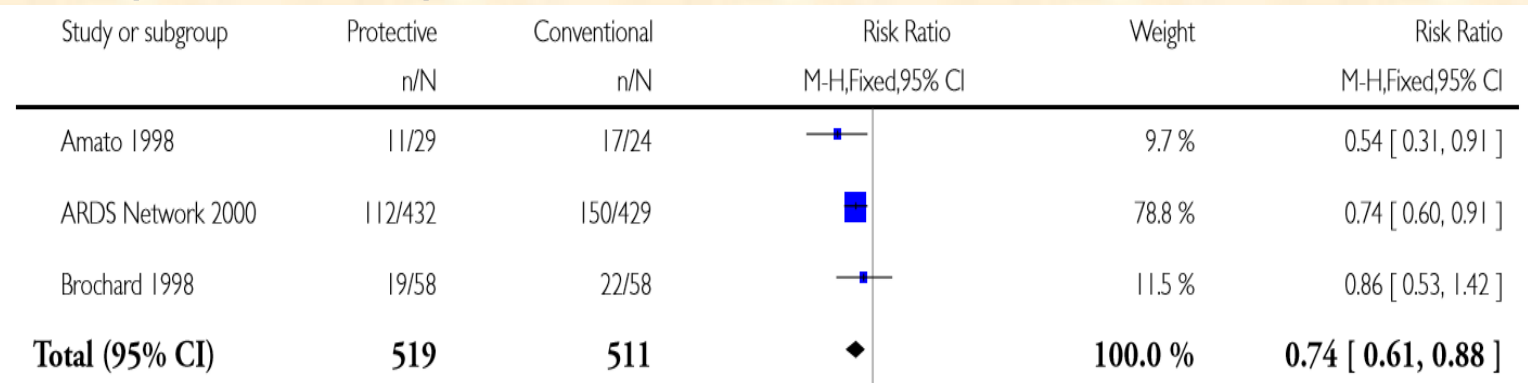


Villar. Crit Care Med 2006

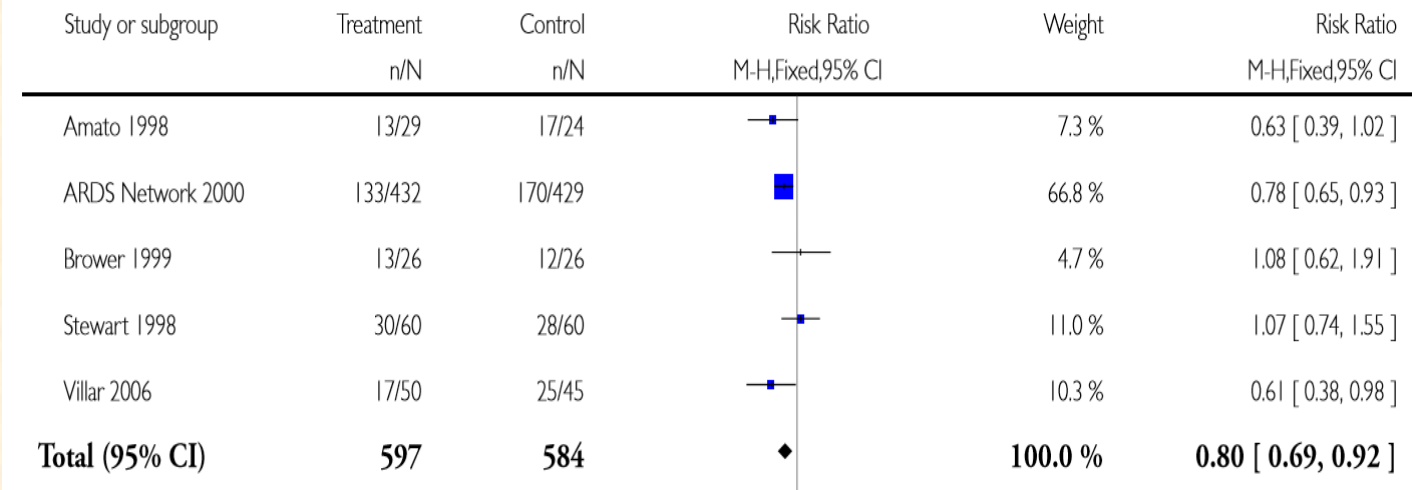


# Ограничение VT и Pplat снижает смертность

## Смертность через 28 дней



## Госпитальная смертность

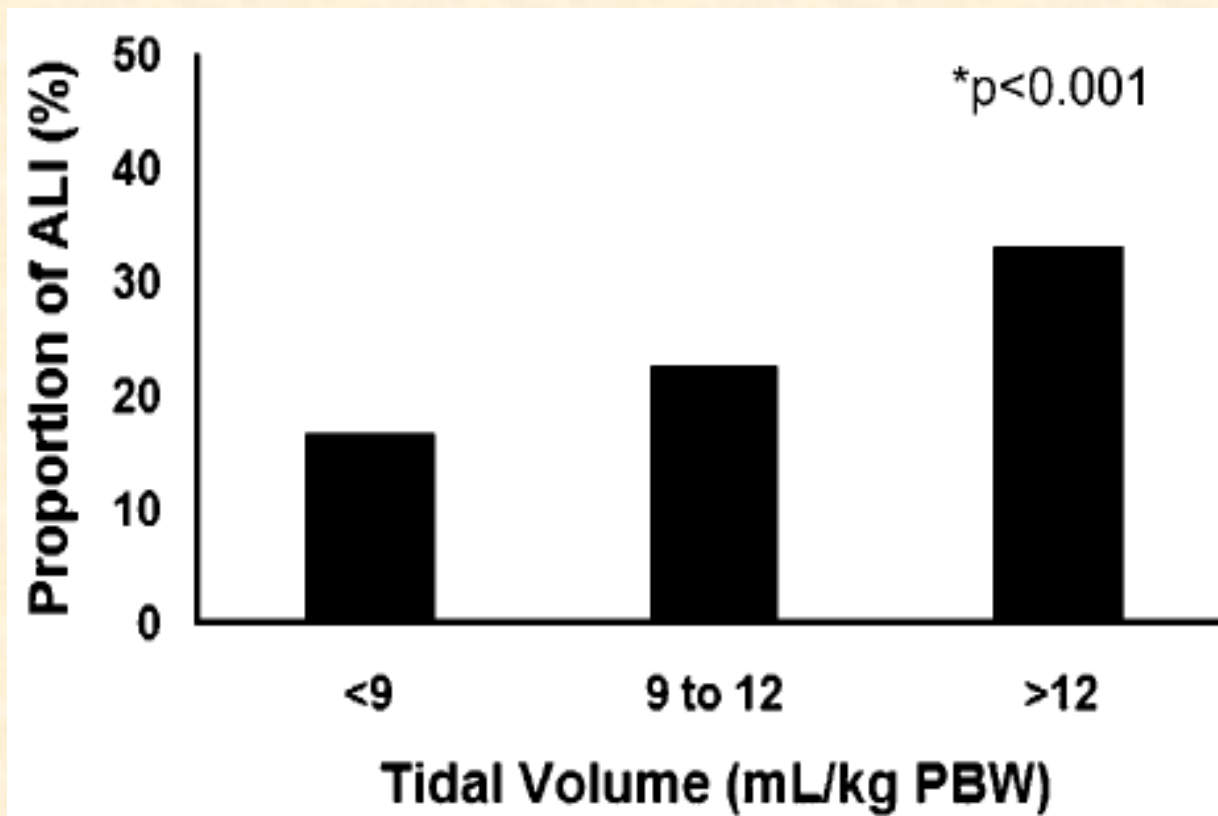


## ДО (VT) при ОРДС для предупреждения ВВПЛ (VILI)

| Автор      | Год  | Источник                         | Тип рекомендаций        | VT (mL/Kg IBW) |
|------------|------|----------------------------------|-------------------------|----------------|
| Girard     | 2007 | Chest                            | Эксперты                | $\leq 6$       |
| Yilmaz     | 2008 | Eur J Anesthesiol                | Эксперты                | 6 - 8          |
| Dellinger  | 2013 | Crit Care Med                    | Консенсус – конференция | 6              |
| Kilickaya  | 2014 | Critical Care                    | Эксперты                | 4 - 8          |
| Claesson   | 2015 | Acta Anesth Scand                | Консенсус – конференция | 5 - 8          |
| Serpa Neto | 2015 | Current opinion in Critical Care | Эксперты                | $\leq 6$       |
| Gattinoni  | 2015 | Minerva Anesth                   | Эксперты                | $\approx 6$    |
| Weiss      | 2016 | Crit Care Med                    | Эксперты                | $< 6.5$        |

## Пациенты без ОРДС: ВВПЛ и ДО

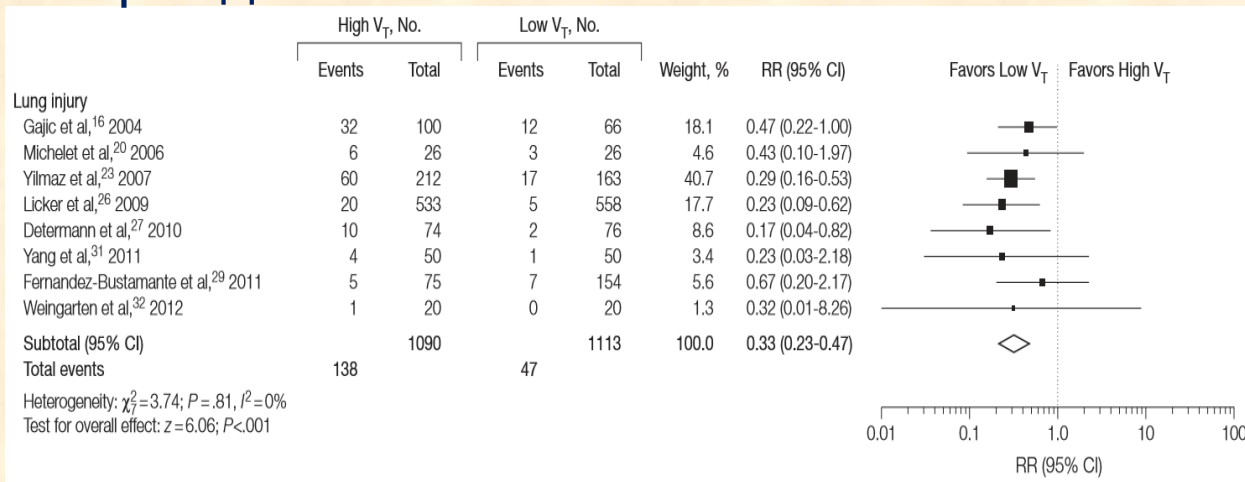
- 332 пациента без ОРДС
- ДО менее 9 мл/кг ИМТ достоверно снижал риск развития ВВПЛ



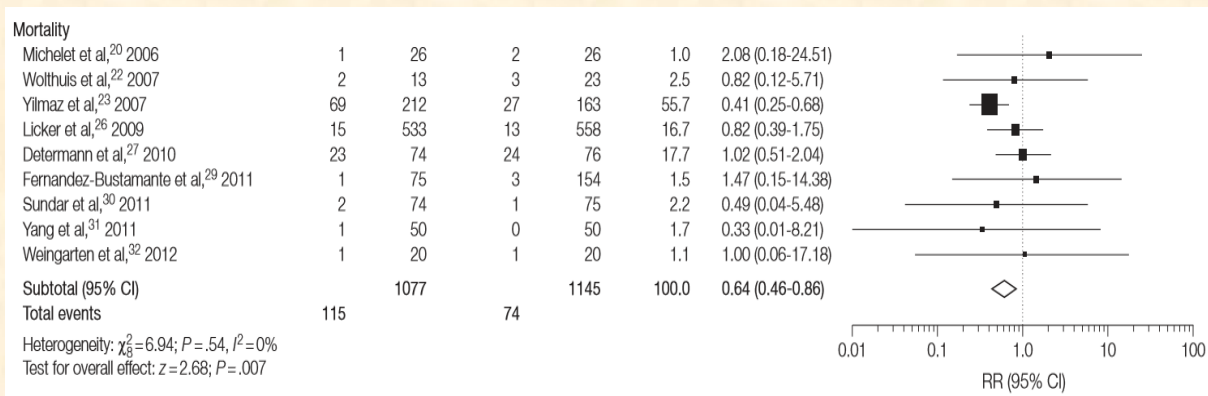


# Ограничение ДО ( $\leq 8$ мл/кг) снижает ВВПЛ (VILI) и смертность при МВЛ «здоровых» легких

## Повреждение легких



## Госпитальная смертность

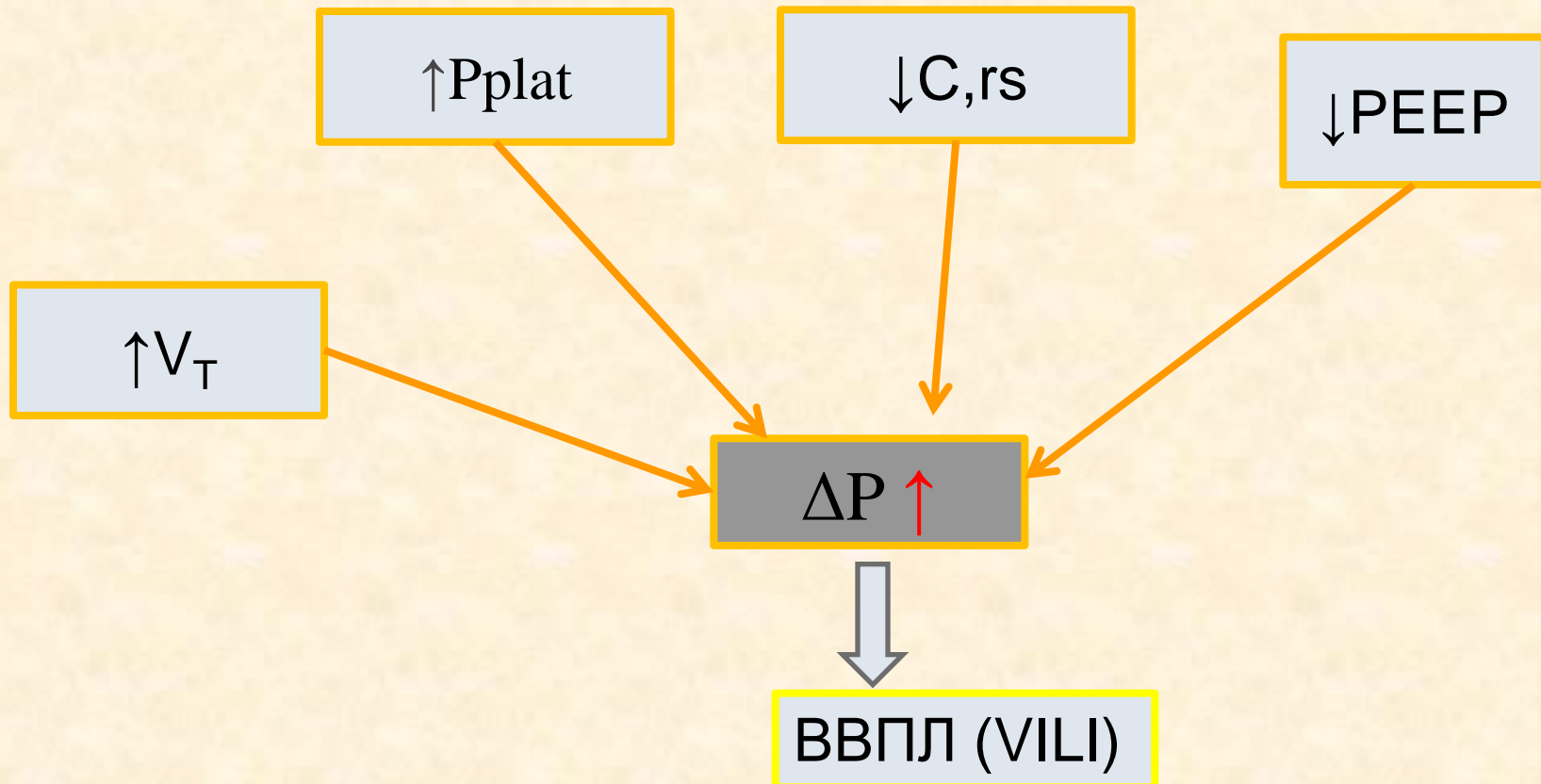


# Рекомендации по ДО при «здоровых» легких

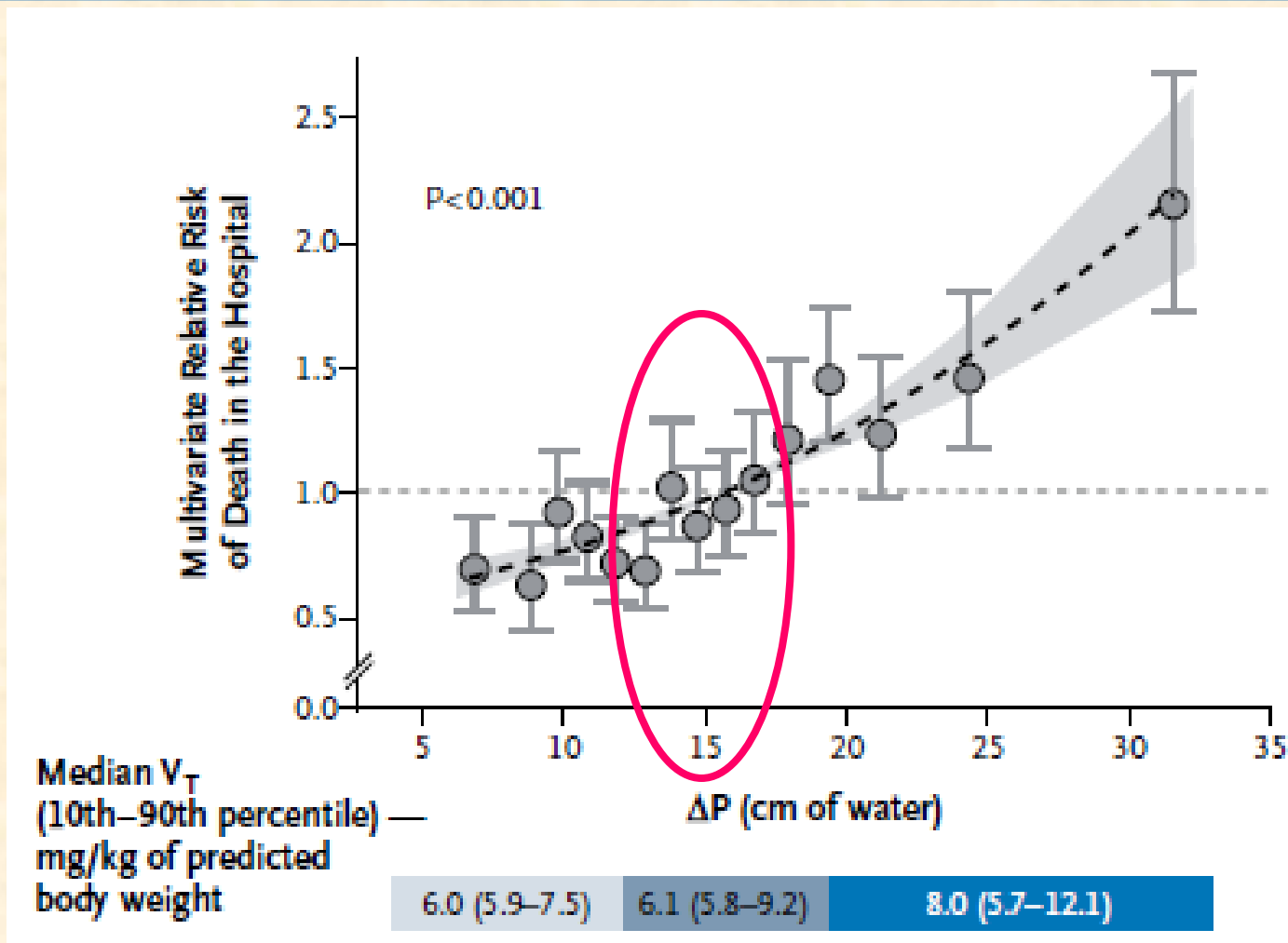
| First author | Year | Journal                          | Type of recommendation | VT (ml/kg IBW) | Additional recommendations |
|--------------|------|----------------------------------|------------------------|----------------|----------------------------|
| Schultz      | 2007 | Anesthesiology                   | Expert opinion         | <b>&lt; 10</b> | 6 if at risk of ARDS       |
| Ferguson     | 2012 | JAMA                             | Expert opinion         | <b>6 - 8</b>   |                            |
| Lellouche    | 2012 | Intensive Care Med               | Expert opinion         | <b>6 - 8</b>   |                            |
| Lipes        | 2012 | Crit Care Research and Practice  | Expert opinion         | <b>&lt; 10</b> | 6-8 if at risk of ARDS     |
| Serpa Neto   | 2015 | Current opinion in Critical Care | Expert opinion         | <b>6 - 8</b>   | 6 if at risk of ARDS       |
| Festic       | 2015 | Current opinion in Critical Care | Expert opinion         | <b>6 - 8</b>   |                            |
| Guo          | 2016 | Crit Care                        | Meta-analyse           | <b>≤ 8</b>     | > PEEP                     |

# $\Delta P$ - Driving Pressure

$$\Delta P = P_{\text{plat}} - PEEP_{\text{tot}}$$

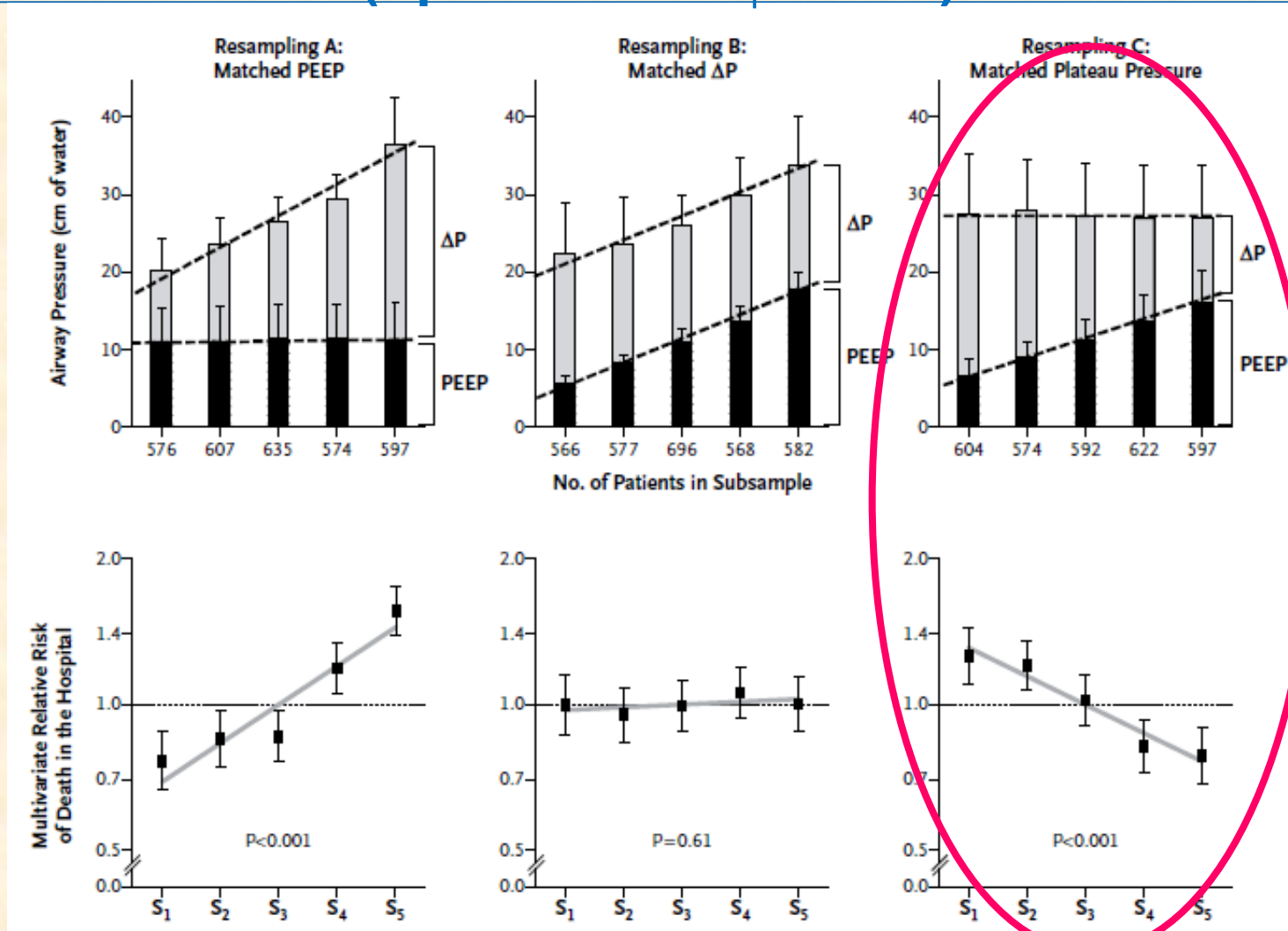


# Ограничение $\Delta P$ ( $\leq 15$ cmH<sub>2</sub>O) снижает смертность

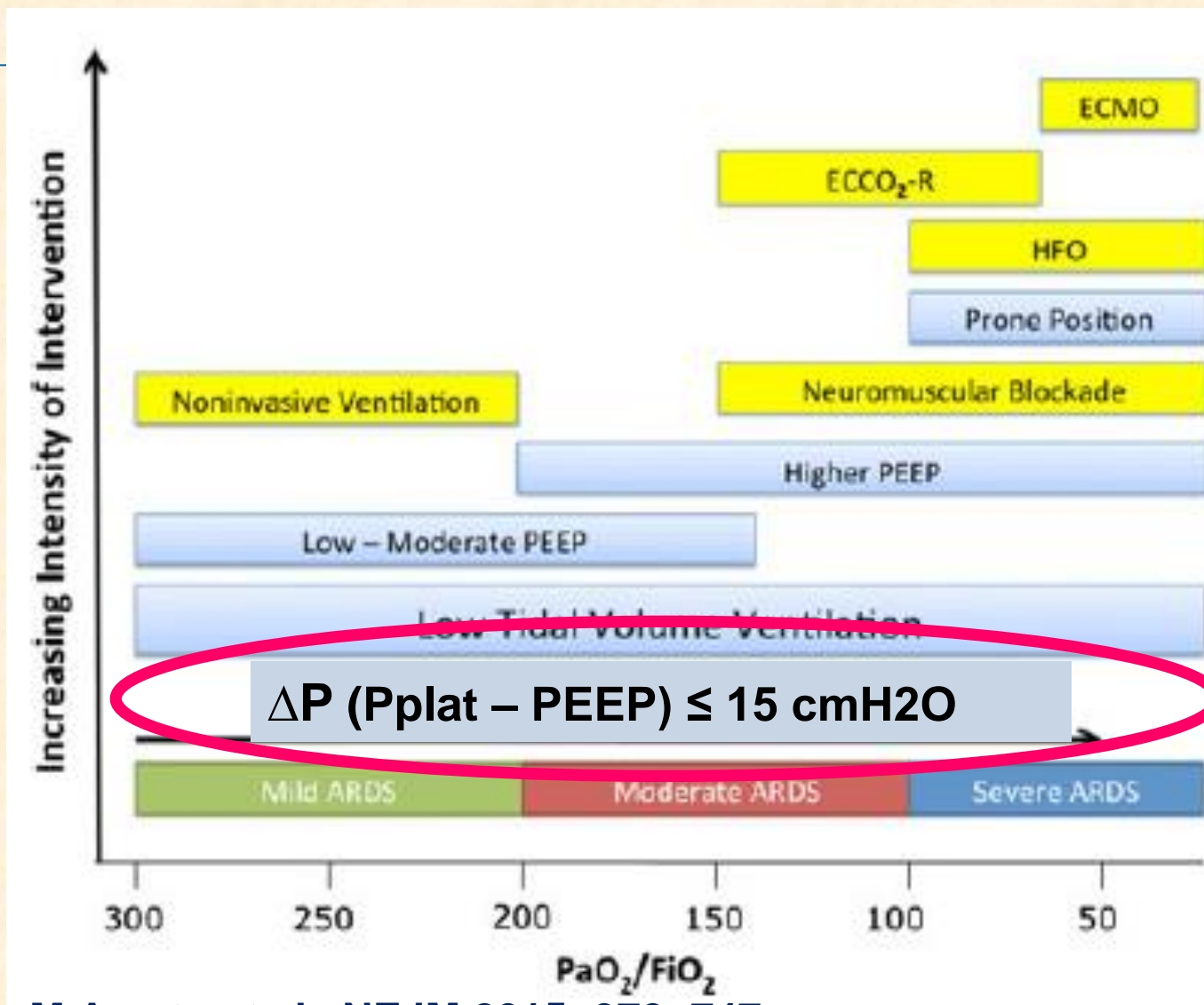




# Ограничение $\Delta P$ снижает смертность ( $P_{plat} < 30$ + $\uparrow$ PEEP)



# ОРДС и ограничение VT (ДО)



M. Amato et al. NEJM 2015; 372: 747

N. Ferguson et al. Int Care Med 2012; 38: 1573

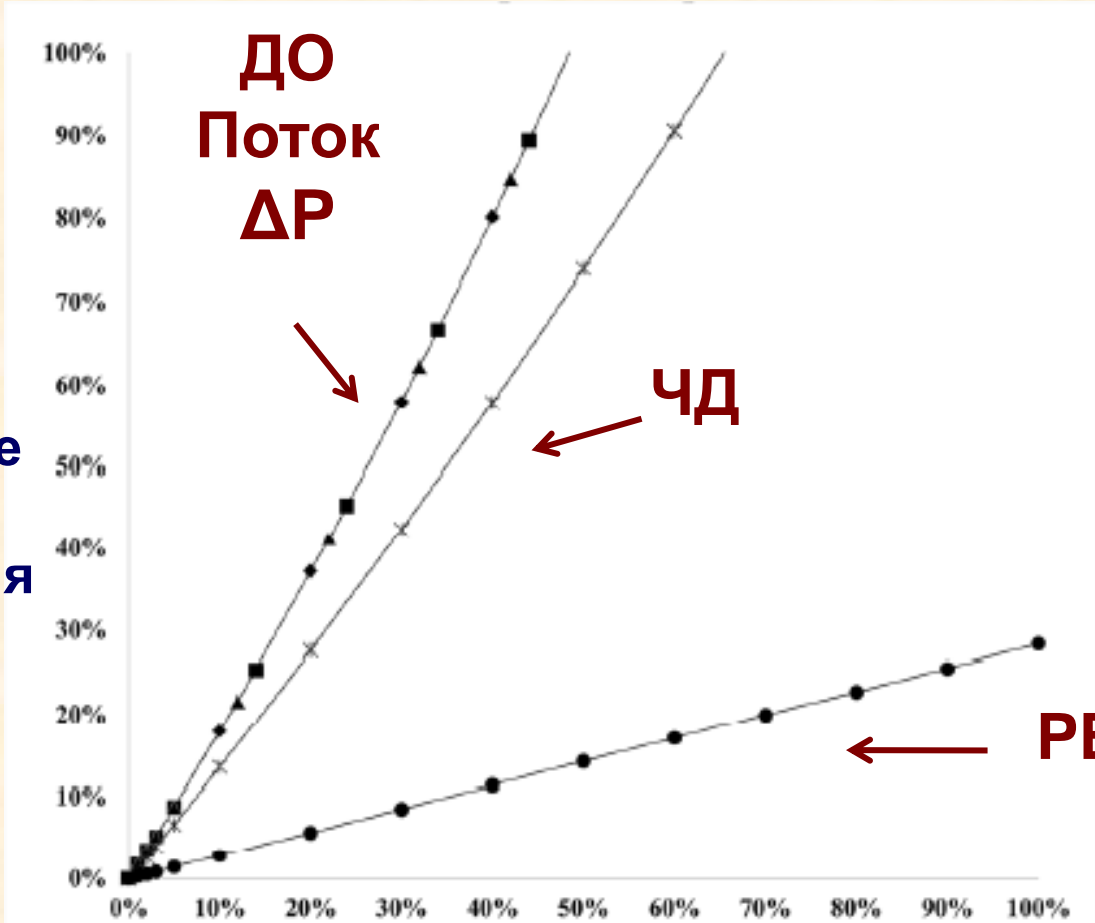
## Протективная МВЛ: Mechanical Power (“механическая сила» МВЛ)

$$\text{Power}_{\text{rs}} = \text{RR} \cdot \left\{ \Delta V^2 \cdot \left[ \frac{1}{2} \cdot E_{\text{Lrs}} + \text{RR} \cdot \frac{(1 + I:E)}{60 \cdot I:E} \cdot R_{\text{aw}} \right] + \Delta V \cdot \text{PEEP} \right\},$$

L.Gattinoni et al. Int Care Med 2016; 42: 1567

# Mechanical Power (“механическая сила”): влияние параметров МВЛ

%  
Увеличение  
силы  
воздействия



% Увеличение компонента

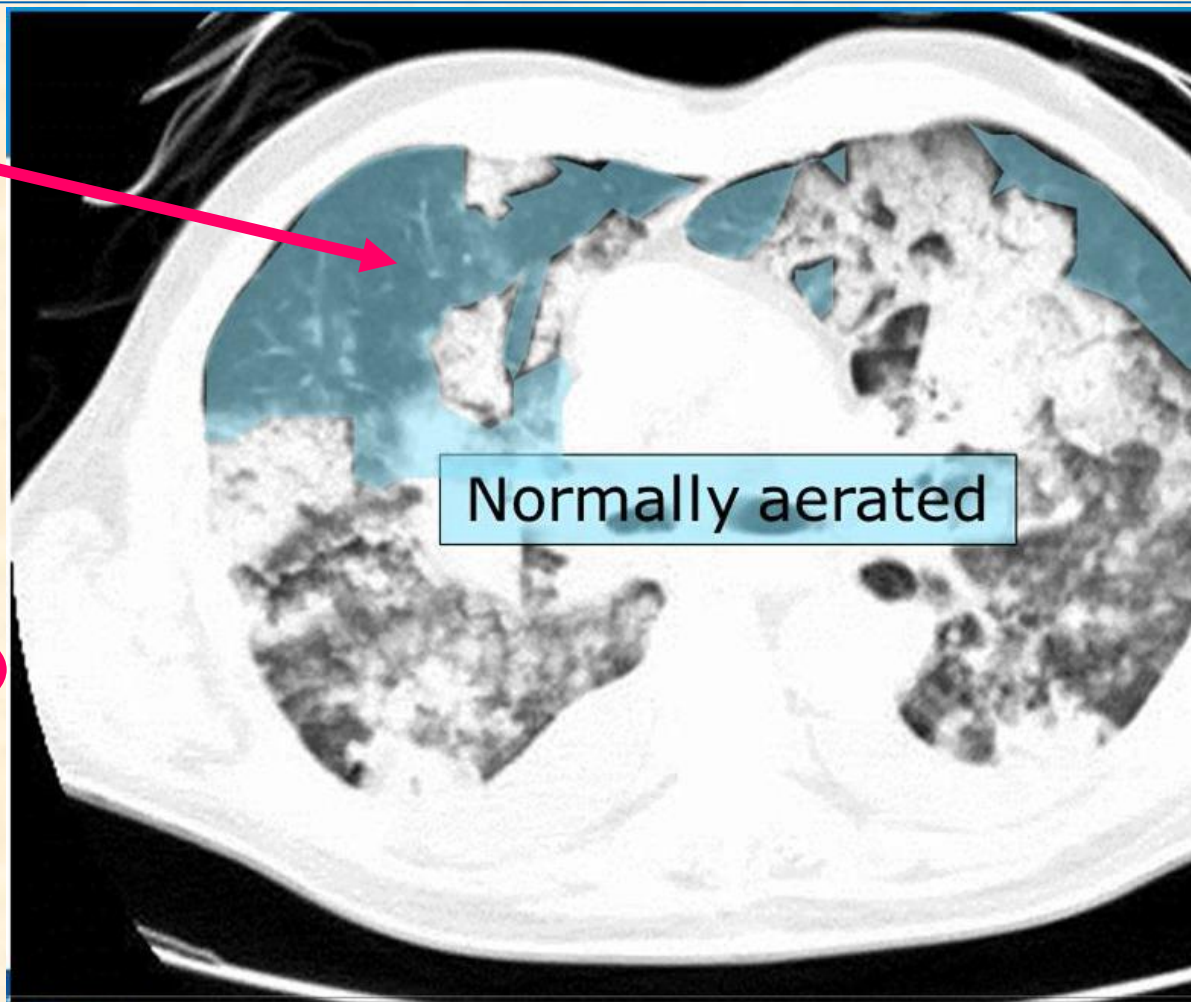


## Рестриктивная патология: объемы и давления

↓ эффективный  
объем легких ↓ **Crs**

↓ ФОЕ (FRC, EELV)

↑ ДО / ФОЕ (strain)



# ОРДС и концепция Strain (деформация)



ФОЕ ↓ ↓ ↓ (“baby lung”)

Strain ↑ ↑ ↑

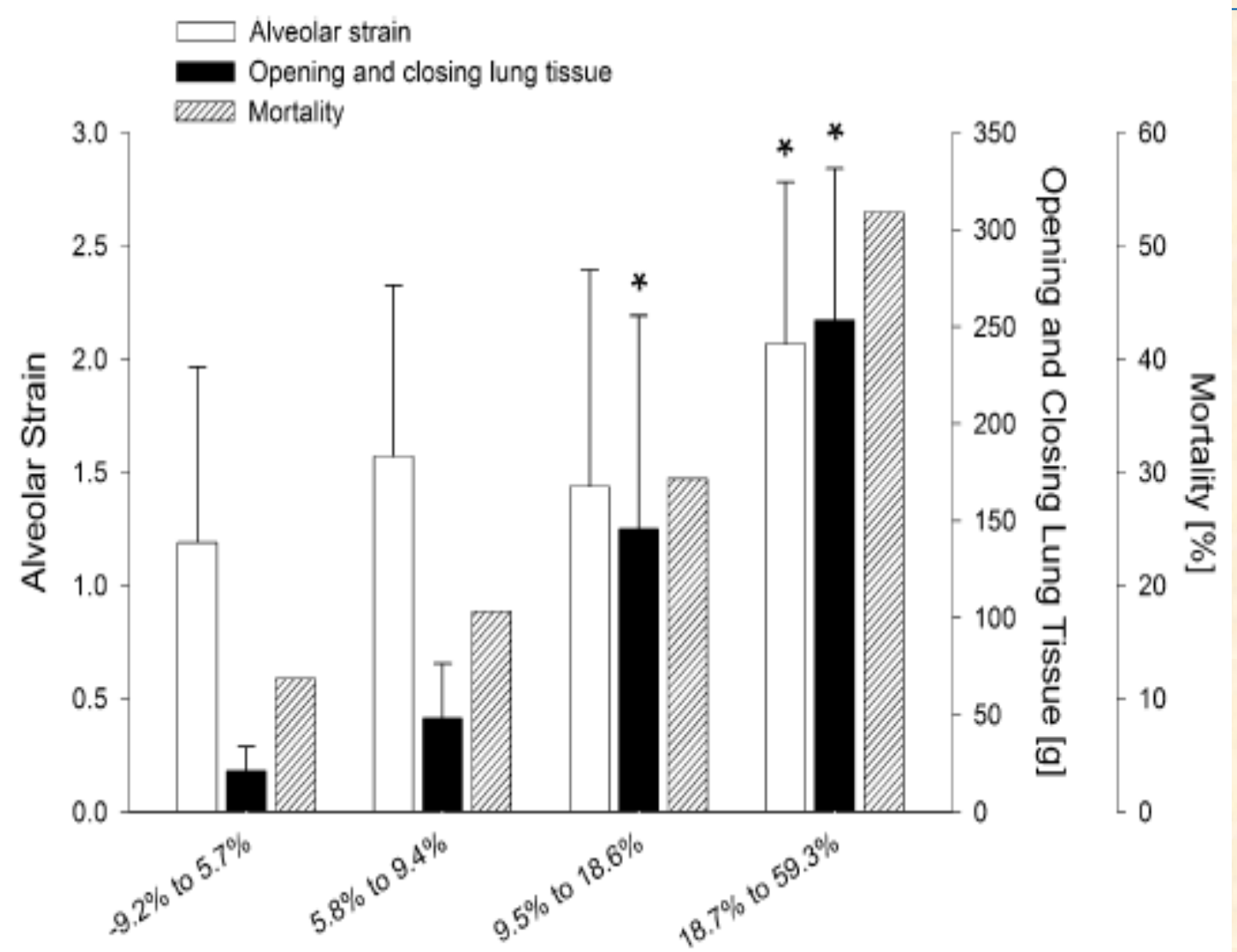
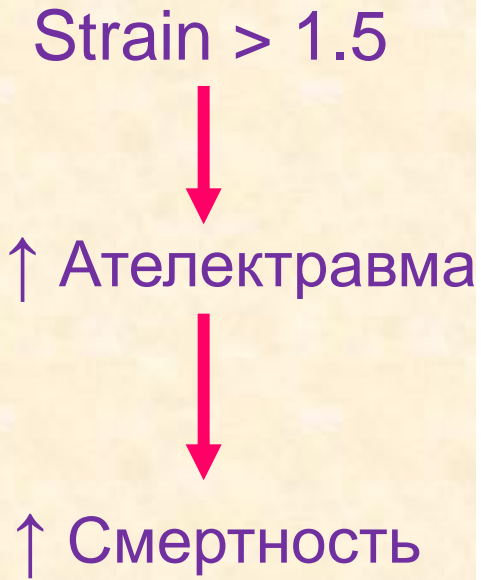
$ДО / ФОЕ \approx 0.5 - 1 - 1.5 - 2...$

*Strain (ДО / ФОЕ) > 1.5-2 - повреждение*

L.Gattinoni COCC 2012; 18: 42; Int Care Med 2005; 31: 776

A.Protti Am J Respir Crit Care Med 2011; 183: 1354

# Strain (деформация) и ателектравма: клиническое значение



## Протективная МВЛ: чем поможет концепция Strain и $\Delta P$ ?

$$\text{Strain} = VT / \text{EELV (ДО / ФОЕ)}$$

EELV (ФОЕ) коррелирует с Crs

$$\text{Crs} = VT / \Delta P$$

$$\text{Strain} = VT / \text{Crs} \times \Delta P$$

$$\text{Strain} \approx \Delta P$$

$$VT = \text{Crs} \times \Delta P$$

D.Chiumello et al. Crit Care 2016; 20: 276

L.Gattinoni et al. Int Care Med 2016; 42: 663

## МВЛ: нет универсального протективного ДО (VT)

- ДО (VT) 6 ml/kg может быть избыточным и вызывать перерастяжение и деформацию (Strain)
- Чем ниже эффективный объем и комплайнс легких, тем ниже должен быть ДО (VT)
- Ориентироваться на  $\Delta P$  (Strain):  $VT = Crs \times \Delta P$
- **Цель:  $\Delta P \leq 15 \text{ cmH}_2\text{O}$**

P.Terragni et al. Am J Respir Crit Care Med 2007; 175: 160

A.Protti COCC 2014; 20: 33

D.Chiumello et al. Crit Care 2016; 20: 276

L.Gattinoni et al. Int Care Med 2016; 42: 663



## Протективная МВЛ: расчет ДО (VT) по целевому $\Delta P$

**Пример:** ИМС 70 кг – ДО 6 мл/кг = 420 мл,

тогда при Crs 40 мл/смH<sub>2</sub>O

$$\Delta P = 420 / 40 = 10.5 \text{ смH}_2\text{O} \text{ (безопасно)}$$

$$\text{При Crs 30, } \Delta P = 420 / 30 = 14 \text{ смH}_2\text{O} \text{ (критично)}$$

$$\text{При Crs 20, } \Delta P = 420 / 20 = 21 \text{ смH}_2\text{O} \text{ (опасно)}$$

$$\text{Значит, при } \underline{C 20} \rightarrow \Delta P = 310 \text{ (} \underline{4.5 \text{ мл/кг}} \text{) / 20} \approx 15 \text{ смH}_2\text{O}$$

(протективно)

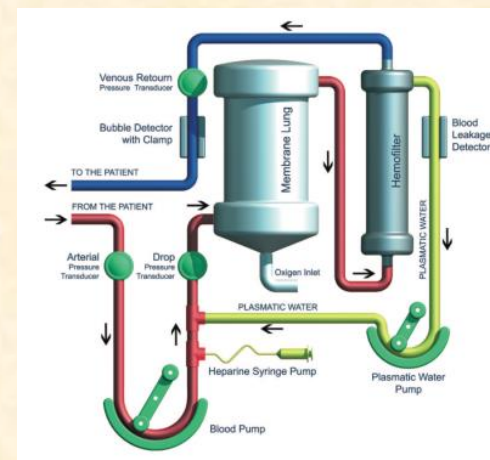
## Концепция ультрапротективной МВЛ при тяжелом ОРДС:

- ДО (VT) 3-3.5 ml/kg при тяжелом ОРДС с плохоконтролируемым Pplat ( $\Delta P$ )
- Седация (миорелаксация первые 48 ч ???)
- ECCO<sub>2</sub>R (экстракорпоральное удаление CO<sub>2</sub>)
- PEEP и FiO<sub>2</sub> для приемлемой оксигенации
- ECMO при рефрактерной гипоксемии

**L.Gattinoni Crit Care 2016; 20: 130**

**V.Fanelli et al. Crit Care 2016; 20: 36**

**T.Bein et al. Int Care Med 2013; 39: 847**



## Прон позиция и протективная МВЛ при тяжелом ОРДС: потенциальные положительные эффекты

- Улучшение вентиляционно-перфузионного соотношения (обратный гравитационный эффект)
- Лучшее распределение вентиляции (рекрутмент) в дорзальных отделах
- Увеличение площади газообмена и улучшение оксигенации
- Снижение Strain ( $\downarrow$  ДО/ФОЕ)  $\rightarrow$  меньше вероятность ВВПЛ
- Эффект при длительном применении (12-16-18 ч в сутки)
- Наиболее эффективен при  $PaO_2/FiO_2 < 150$

**L.Gattinoni Am J Respir Crit Care Med 2013; 188: 1286**

**C.Guerin Eur Respir Rev 2014; 23: 249**

**Sepsis Surviving Campaign 2016**

# Основные рекомендации протективной МВЛ при ОРДС

- $V_T = 5-6 \text{ mL/Kg PBW}$
- $P_{\text{plat}} < 30 \text{ cmH}_2\text{O}$
- $\Delta P \leq 15 \text{ cmH}_2\text{O}$

Снизить stress / strain

- Рекрутмент (рекрутабельность !)  
+ PEEP

Предупреждение  
ателектотравмы

## Протективная МВЛ (стратегия “VT 6 mL/Kg”) и реальная практика

| Автор           | Год  | Источник                  | Кол-во пациентов | VT (mL/Kg IBW)                  |
|-----------------|------|---------------------------|------------------|---------------------------------|
| <b>Wolthuis</b> | 2005 | Intensive Care Med        | 50               | <b>9.8 ± 2.0</b>                |
| <b>Ferguson</b> | 2005 | Crit Care Med             | 467              | <b>8.8</b>                      |
| <b>Villar</b>   | 2011 | Intensive Care Med        | 255              | <b>7.2 ± 1.1</b>                |
| <b>Chang</b>    | 2013 | Respir Care               | 107              | <b>8 [7 – 9]</b>                |
| <b>Esteban</b>  | 2013 | Am J Respir Crit Care Med | 495              | <b>8.2 ± 2.0</b>                |
| <b>Bellani</b>  | 2016 | JAMA                      | 3022 (459 ICU)   | <b>7.5 ± 2<br/>(25% &gt; 8)</b> |



# Что может сделать МВЛ более эффективной и безопасной?

- Автоматизация вентиляции (автопилот)
- Понятный мониторинг для оценки ситуации

R.Branson Respir Care 2009; 54: 933

D.Linton ICU Management 2013; 13: 26

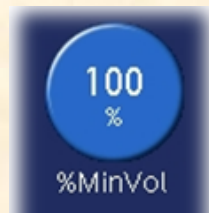
Mireles-Cabodevilla, R.Chatburn. Resp Care 2013; 58: 348



# Адаптивная поддерживающая вентиляция



# Адаптивная поддерживающая вентиляция (ASV)



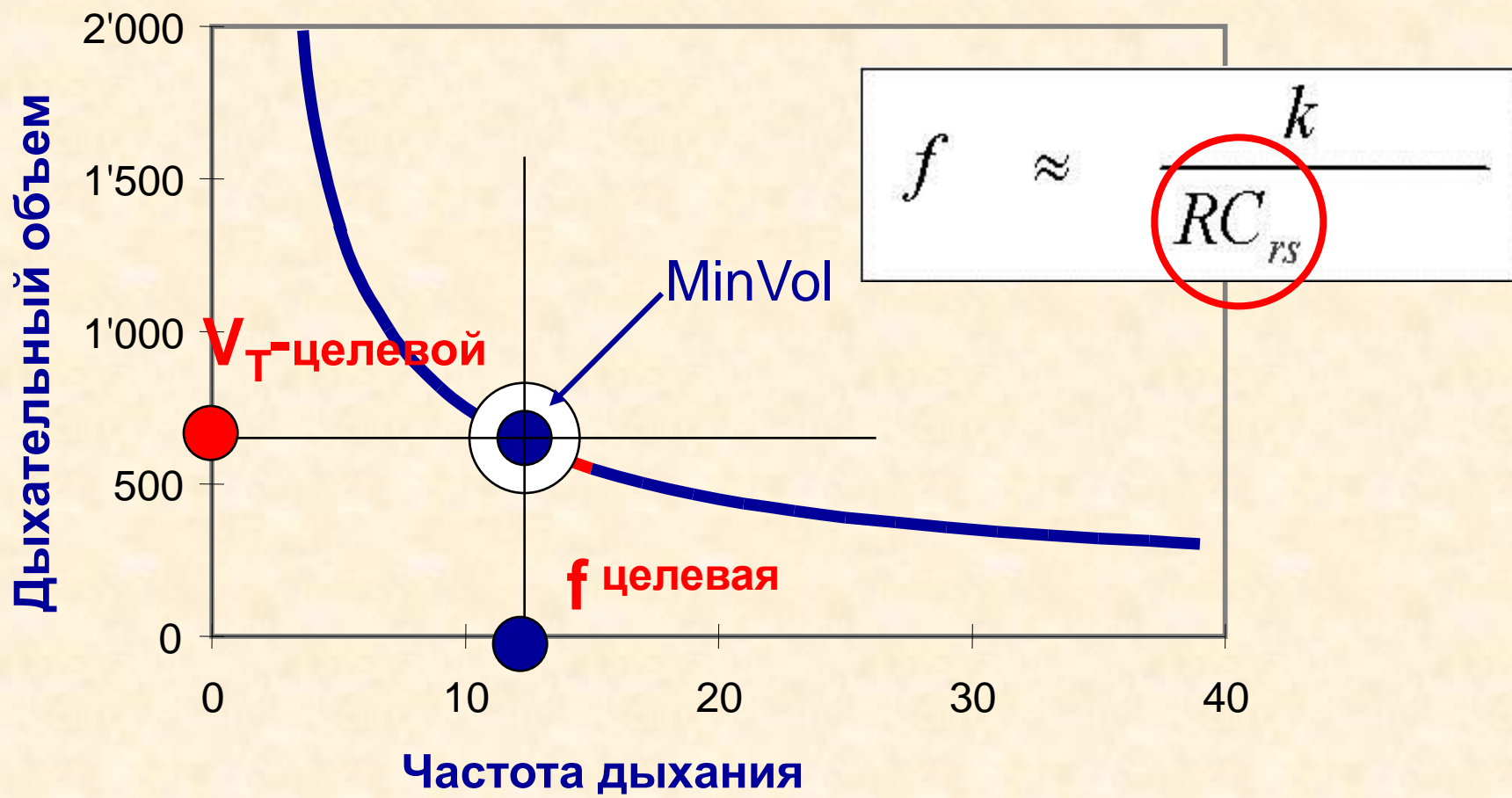
Установка целевой минутной  
вентиляции

Оценка пациента  
(RSe и ЧДспонт)

Расчет параметров  
( $f$ ,  $V_T$ ,  $P_{insp}$ ,  $Ti/Te$ )

Регулировка  $P_{insp}$ ,  $f$  и  $Ti/Te$

# ASV: Регулировка ЧД, ДО, P<sub>insp</sub>, Ti/Te на основе легочной механики (RC<sub>exp</sub>)



# $RC_{\text{exp}}$ – экспираторная временная константа

*Мера скорости выдоха*

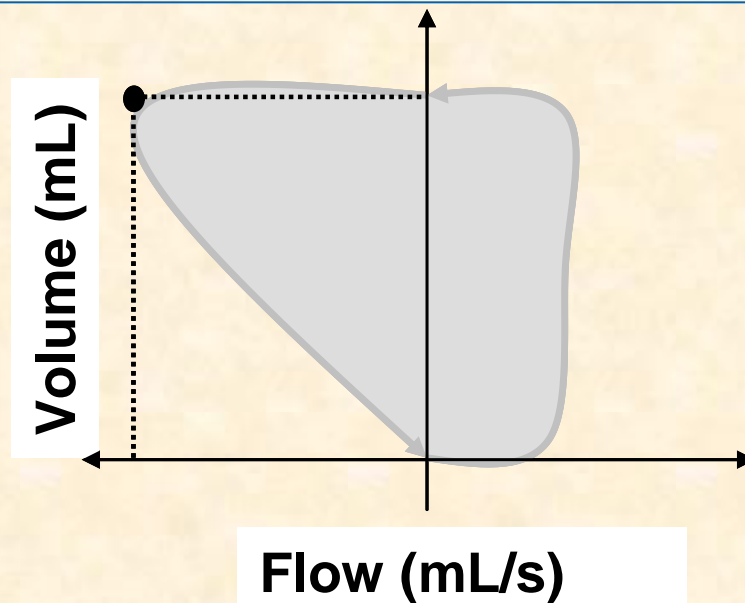
**...интегральный показатель  
податливости и сопротивления**

**( $RC_{\text{exp}} = \text{Resistance} \times \text{Compliance}$ )**

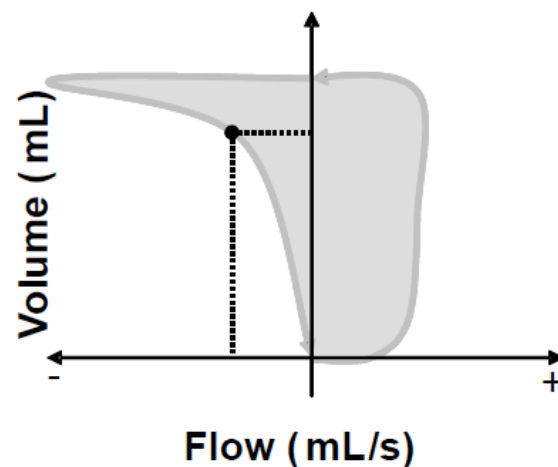


# Определение экспираторной временной константы

$$\frac{\text{Объем}_{(mL)}}{\text{Поток}_{(mL/s)}} = RC_{\text{exp}}$$



$$\frac{\text{Volume}_{,75\%}(mL)}{\text{Flow}_{(mL/s)}} = RC_{\text{exp}}$$



J.Brunner, Crit Care Med  
1995

M.Lourens, Intensive Care  
Med 2000



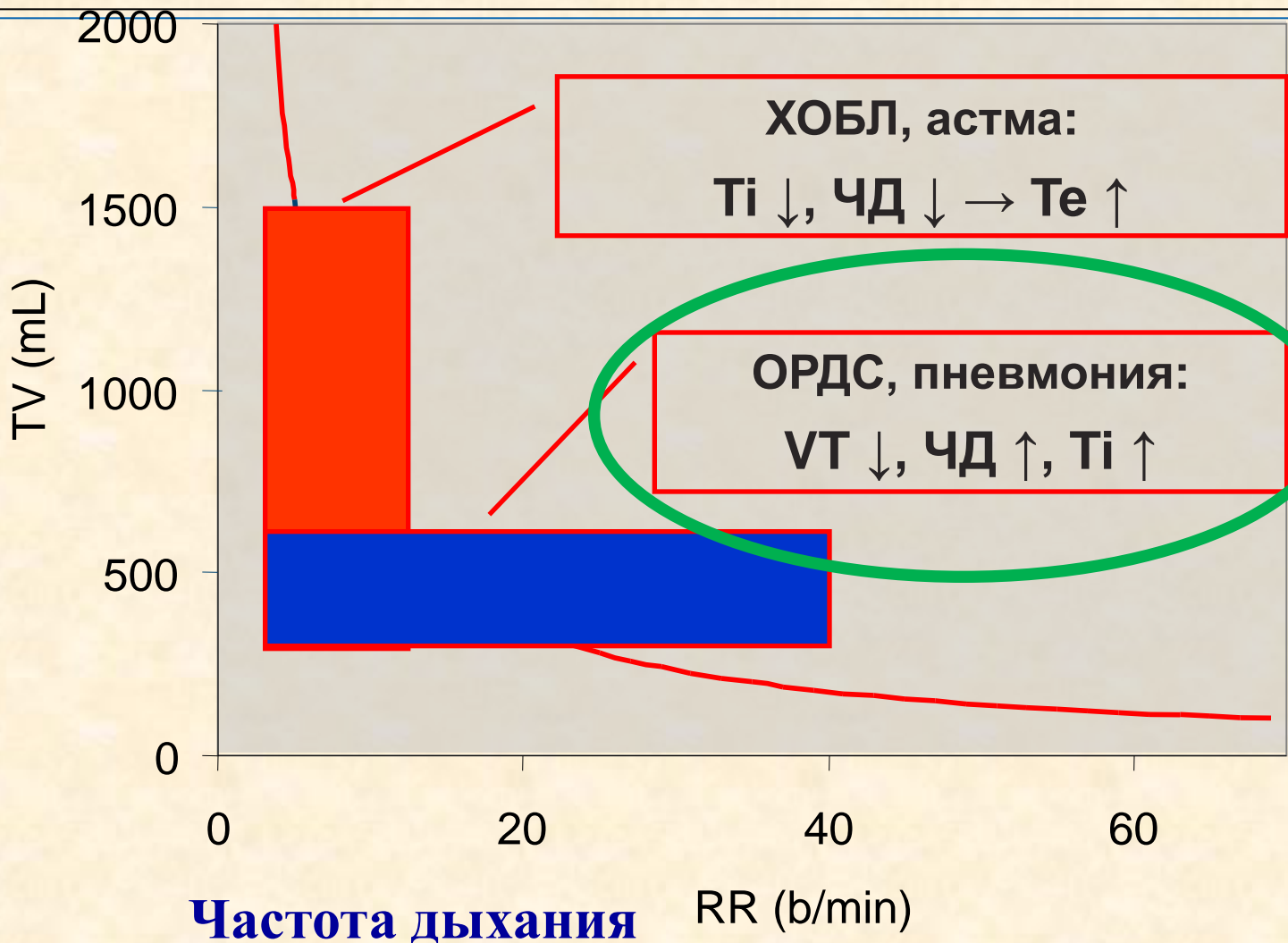
# Экспираторная временная константа: цифры

|               |                       |       | Норма               | Рестрикт           | Обструкт         |
|---------------|-----------------------|-------|---------------------|--------------------|------------------|
| Belliato      | IJAO 2004             | n=21  | 0.72 ± 0.14         | 0.47 ± 0.14        | 2.21 ± 1.35      |
| Arnal         | ICM 2008              | n=174 | 0.78 [0.64-0.91]    | 0.51 [0.42-0.54]   | 1.00 [0.77-1.31] |
| Toulon        | Phase I 2009          | n=50  | 0.70 ± 0.16         |                    |                  |
| Chung         | AJRRCM 2010           | n=114 | 0.79 ± 0.22         | 0.54 ± 0.17        |                  |
| Iotti         | ICM 2010              | n=88  | 0.71 ± 0.17         | 0.50 ± 0.15        | 1.08 ± 0.51      |
| Toulon        | ARDS and COPD studies | n=68  |                     | 0.60 ± 0.14        | 3.1 [2.2-3.3]    |
| Arnal         | ICM 2012              | n=50  | 0.70 [0.60-0.80]    |                    |                  |
| Arnal         | CC 2013               | n=100 | 0.58 [0.50-0.72]    | 0.47 [0.40-0.72]   | 1.22 [0.68-1.37] |
| Arnal         | IV study 2015         | n=100 | 0.62 [0.55-0.75]    | 0.55 [0.45-0.66]   | 1.19 [0.80-1.51] |
| Интерпретация |                       |       | <b>0.60 - 0.9 s</b> | <b>&lt; 0.60 s</b> | <b>≥ 0.90 s</b>  |

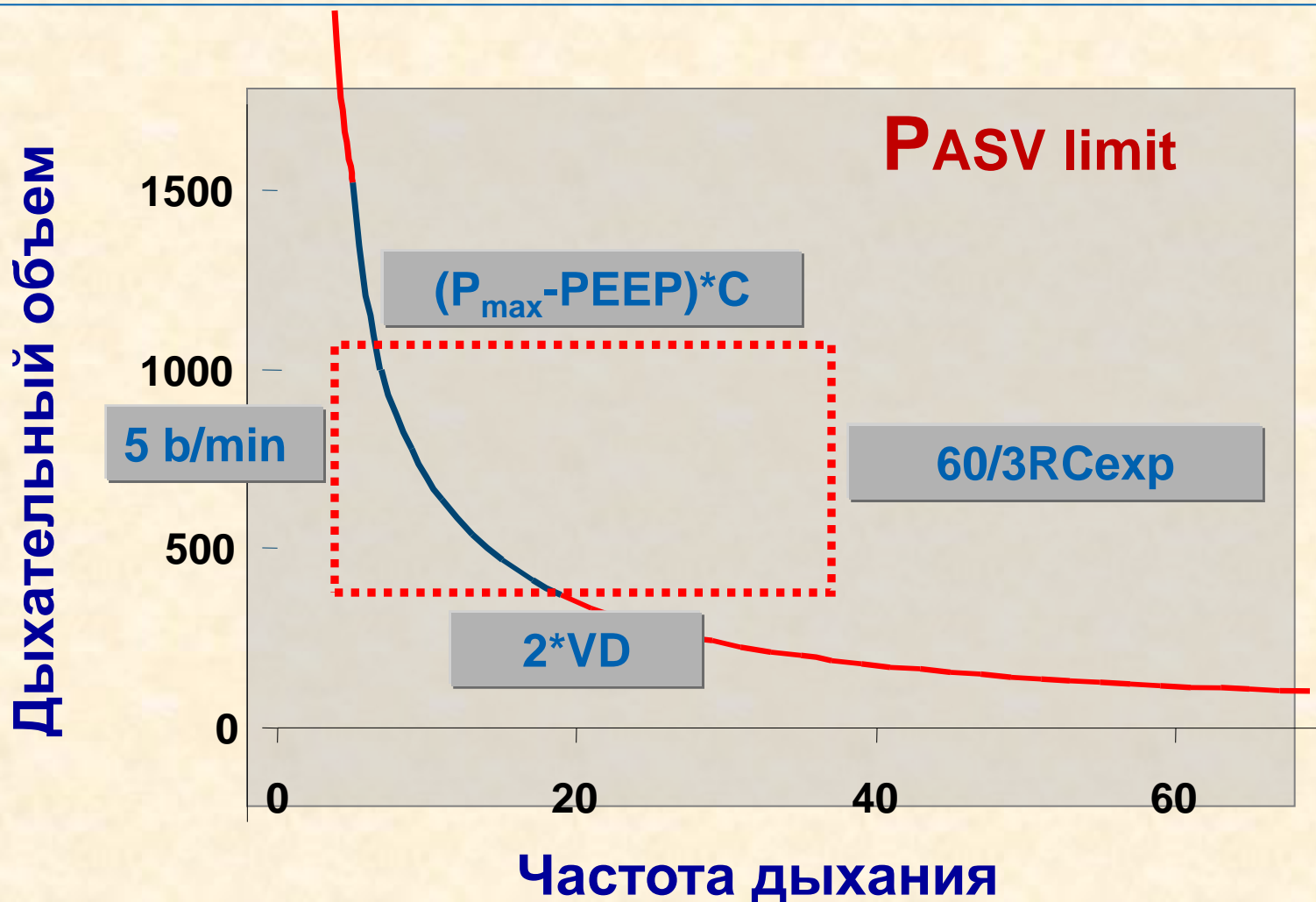
# ASV: дифференциальная адаптация параметров



Дыхательный объем



# ASV: Границы «безопасной» вентиляции



## 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

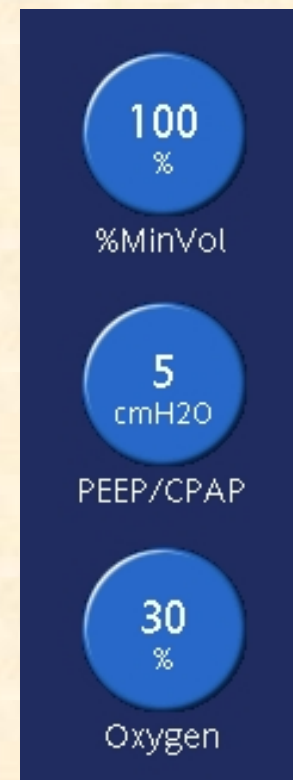
Chen. Resp Care 2011

**α** у пациентов ХОБЛ

Kirakli. Eur Respir J 2011

# ASV и протективная вентиляция

- ASV автоматически адаптирует параметры ИВЛ в зависимости от легочной механики
- Расчитывает границы «защитной» вентиляции (предупреждение баротравмы, гиповентиляции, аутоPEEP)



**3 регулятора**

## ASV и ОРДС: $VT \approx 7.5 \pm 1 \text{ ml/kg}$

| Автор   | Год  | Источник                  | Кол-во пац-ов | $PaO_2/FiO_2$ (mmHg) | VT (mL/Kg IBW)  |
|---------|------|---------------------------|---------------|----------------------|-----------------|
| Arnal   | 2008 | Intensive Care Med        | 26            | 141 (103-170)        | 7.6 (6.7 – 8.8) |
| Chung   | 2010 | Am J Respir Crit Care Med | 48            | $207 \pm 61$         | $6.2 \pm 1.9$   |
| Iotti   | 2010 | Intensive Care Med        | 36            | $170 \pm 66$         | $7.8 \pm 0.5$   |
| Agarwal | 2013 | Respirology               | 23            | 107                  | 6 - 7           |
| Arnal   | 2013 | Crit Care                 | 13            | 201 (155 - 256)      | 7.5 (6.9 – 7.9) |



## ASV → ASV 1.1

- Снизить  $V_T$  на  $\approx 1$  mL/Kg IBW при МВЛ, особенно при рестриктивных легких
- Соответствовать современным рекомендациям
- Расширить возможности ASV по стратегии «протективной вентиляции»

## ASV 1.1: более протективный

- ASV 1.0: концепция Otis: минимальная «работа дыхания» (work of breathing) A.Otis. J Applied Physiol 1950
- ASV 1.1: концепция J.Mead: минимальное «усилие дыхания» (force of breathing) J.Mead. J Appl Physiol 1960  
Physiol Review 1961
- ЧД и ДО усредняются между двумя формулами
- ASV 1.1 : ДО ↓ и ЧД ↑ по сравнению с ASV

# ASV / ASV 1.1: параметры МВЛ

## Adaptive Support Ventilation (ASV) 1.0 vs 1.1

J-M Arnal: Обсервационное исследование, ≈ 200 пациентов

(passive and spontaneously breathing)

|                             | ASV<br>Normal lung | ASV 1.1<br>Normal lung | ASV<br>ARDS          | ASV 1.1<br>ARDS      | ASV<br>COPD    | ASV 1.1<br>COPD       |
|-----------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| Number of patients          | 27                 | 80                     | 13                   | 100                  | 12             | 20                    |
| MinVol (L/min)              | 8.4 (6.7-9.7)      | 8.0 (6.4- 10.1)        | 7.9 (6.1-8.8)        | 8.4 (7.1-10.6)       | 7.8 (5.3-9.0)  | 7.5 (6.8-8.9)         |
| V <sub>T</sub> /PBW (mL/kg) | 8.1 (7.3-8.9)      | <b>7.1 (6.3-7.8)</b>   | <b>7.5 (6.9-7.9)</b> | <b>6.5 (5.6-7.0)</b> | 9.9 (8.3-11.1) | <b>7.7 (7.0-10.3)</b> |
| RR (breath/min)             | 17 (15-21)         | 19 (16-21)             | 16 (15-20)           | 22 (19-25)           | 13 (12-15)     | 17 (10-20)            |

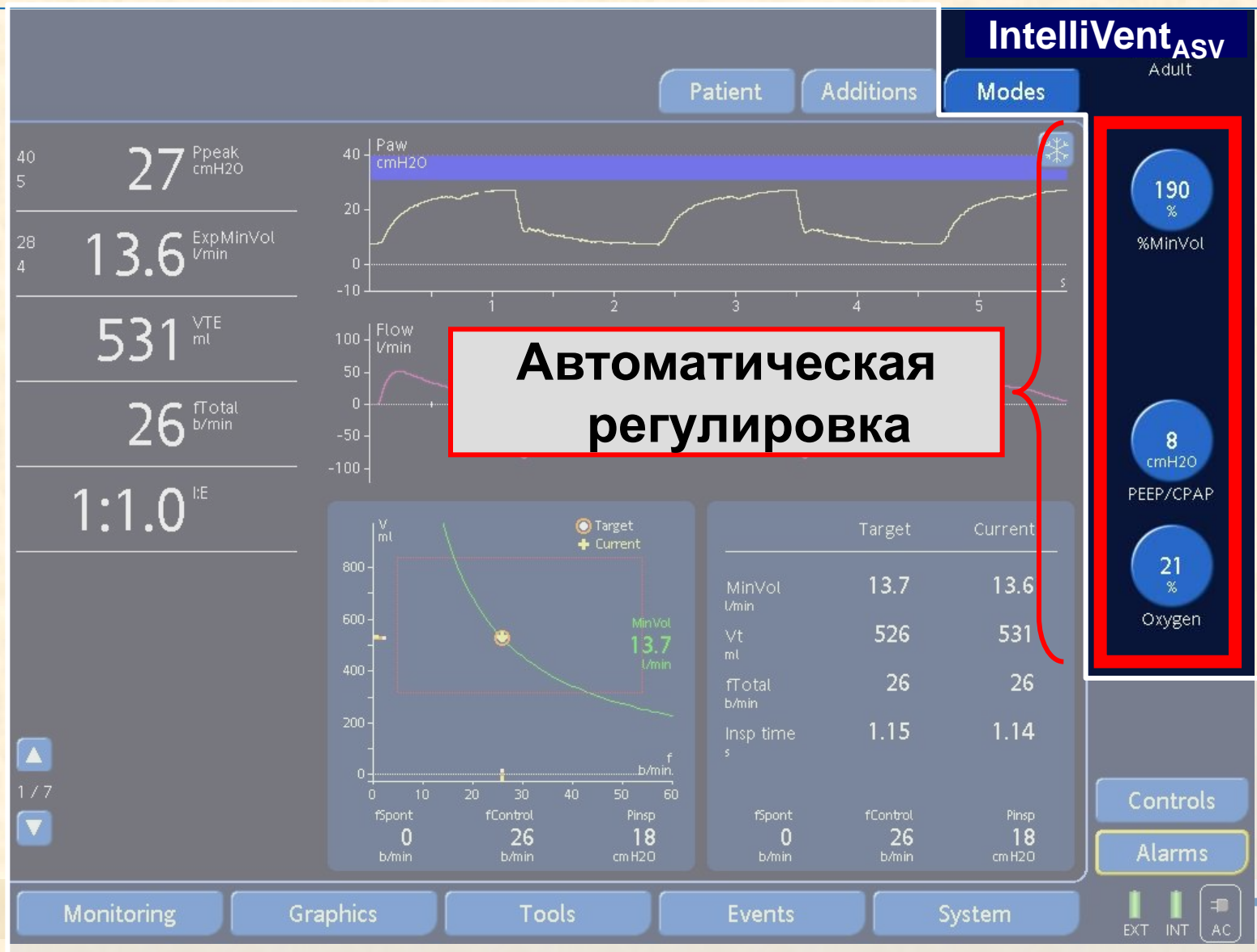
ASV : results from Arnal JM, Crit Care 2013

ASV 1.1: results from Arnal JM, ICM 2016 [abstract]

# ASV 1.1: Протективная МВЛ при ОРДС

|  | ARDS mild<br>Passive | ARDS<br>moderate<br>Passive | ARDS severe<br>Passive |
|--|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| $RC_{EXP}$ (s)                           | 0.45 (0.43-0.55)     | 0.47 (0.44-0.57)            | 0.40 (0.24-0.43)       |
| $C_{STAT}$ (L/cm H <sub>2</sub> O)       | 42 (35-51)           | 43 (38-48)                  | 19 (14-35)             |
| $V_T/PBW$ (mL/kg)                        | 6.9 (5.9-8.0)        | 6.5 (6.3-7.5)               | 5.5 (5.0-5.9)          |
| Driving pressure<br>(cmH <sub>2</sub> O) | 10 (8-11)            | 9 (7 – 10)                  | 10 (8 -12)             |
| $P_{PLAT}$ (cm H <sub>2</sub> O)         | 20 (18-24)           | 20 (17-23)                  | 24 (20-26)             |

# ASV → ASV 1.1 → IntelliVent-ASV®



# IntelliVent-ASV®

100  
%

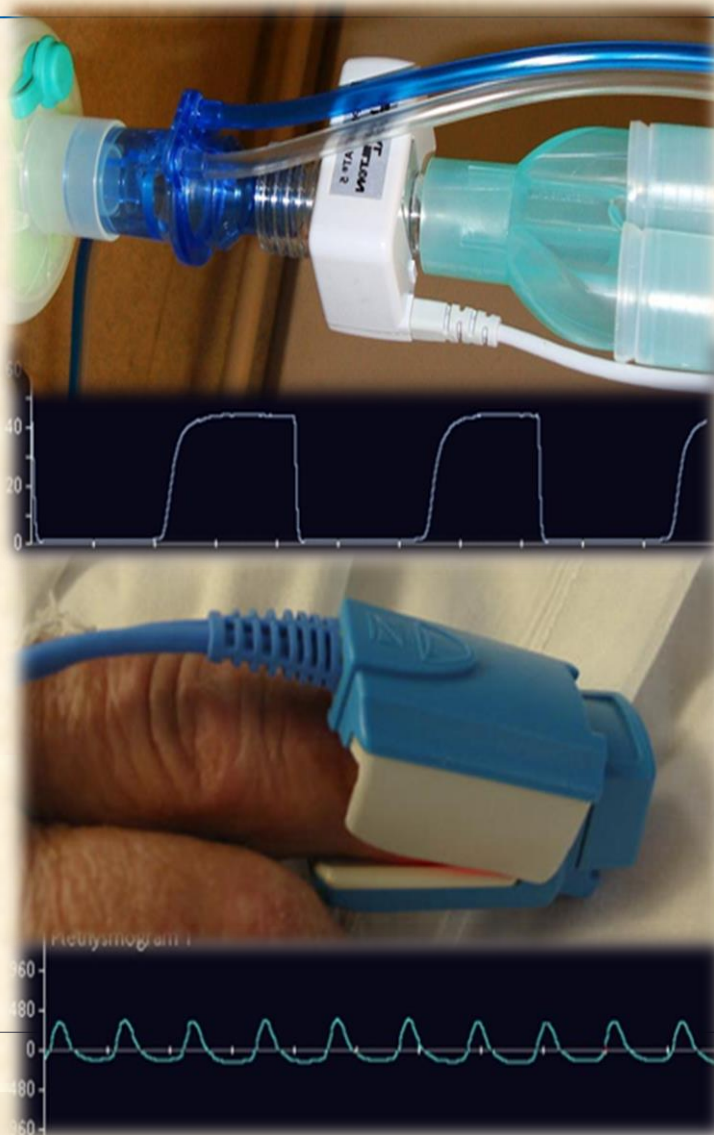
%MinVol

5  
cmH2O

PEEP/CPAP

30  
%

Oxygen



%MinVol

PEEP/CPAP

Oxygen



# Intellivent-ASV: Автоматизация внешней вентиляции

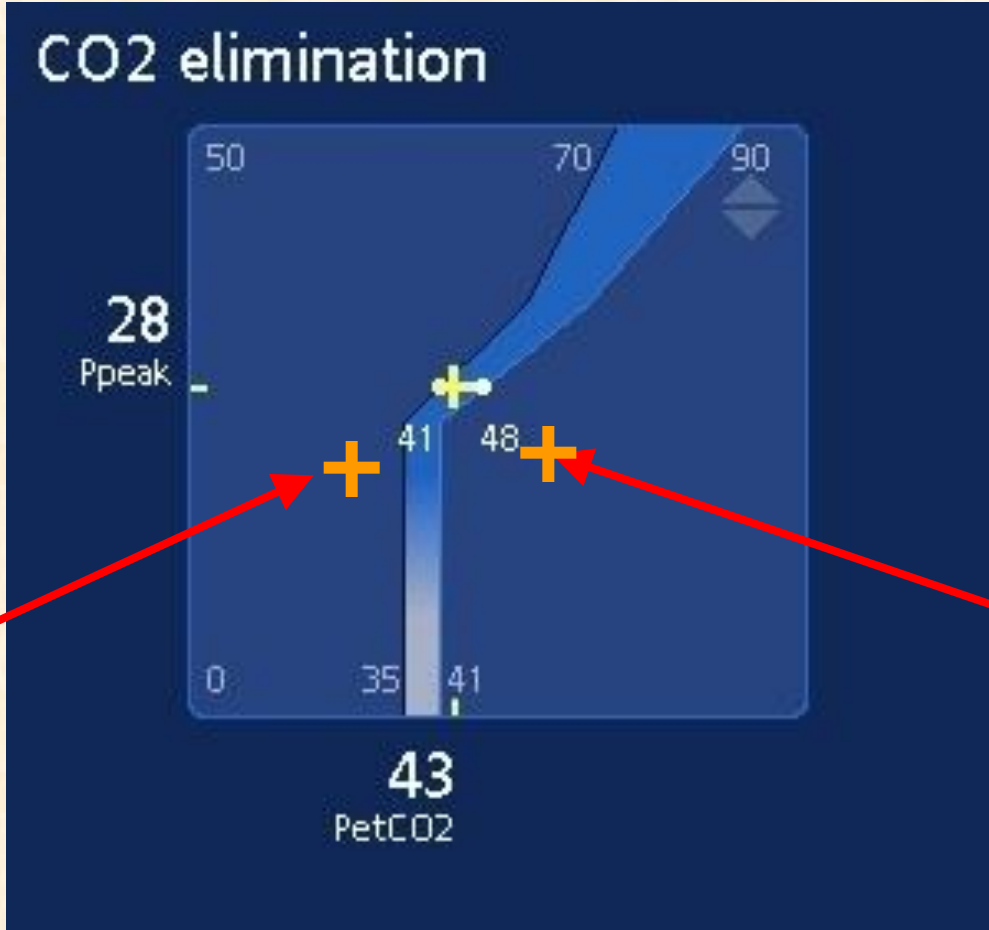
- **Минутный объем (MV)**



...автоматически регулируется для поддержания EtCO<sub>2</sub> и/или ЧДспонт в целевых пределах.

ASV: RR, VT, P<sub>insp</sub>, Ti/Te

# IntelliVent®: EtCO<sub>2</sub> и минутный объем: пермиссивная гиперкапния (кроме «повреждение мозга»)



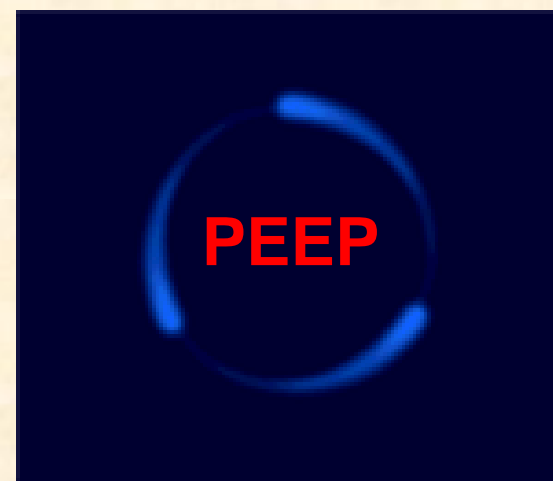
ETCO<sub>2</sub> ↓  
Снижение  
MinVol

ETCO<sub>2</sub> ↑  
Увеличение  
MinVol

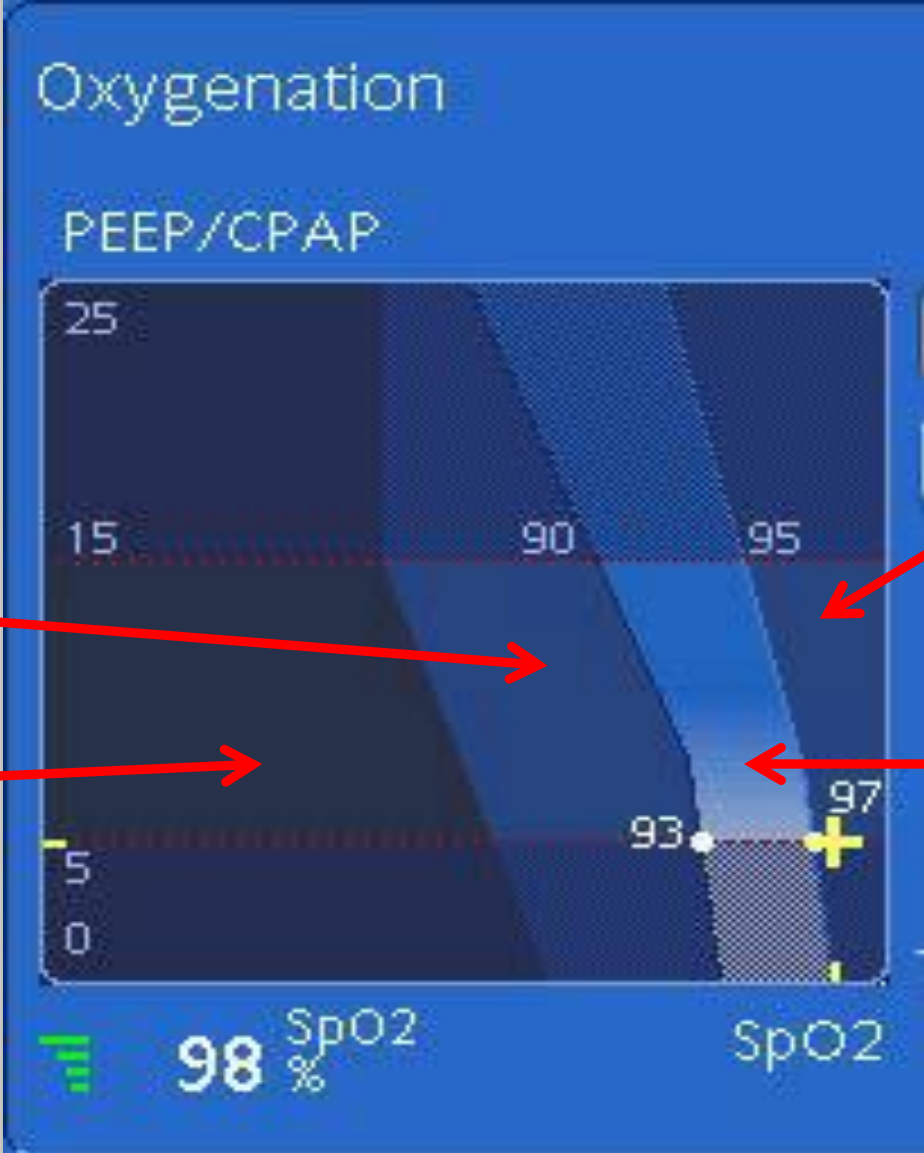
# Intellivent: Оксигенационный контроллер

- Концентрация кислорода ( $FiO_2$ )
- PEEP

...автоматически регулируются  
для поддержания  $SpO_2$  в целевых  
пределах



# IntelliVent®: Поддержание SpO<sub>2</sub> для приемлемой оксигенации



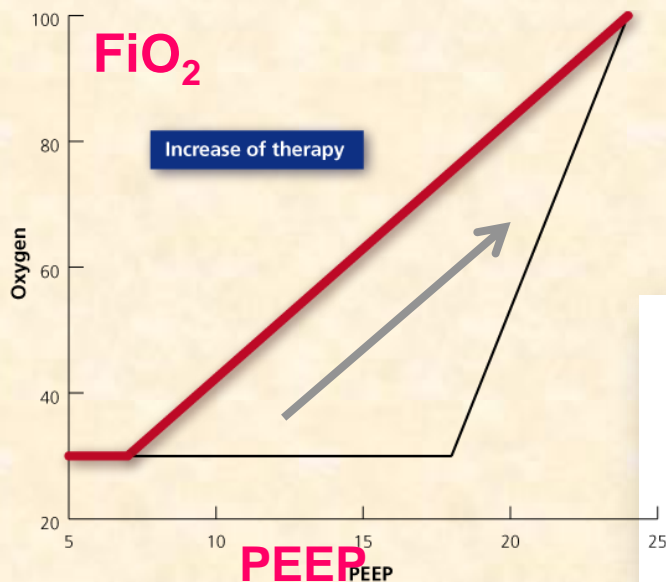
Увеличение FiO<sub>2</sub>/PEEP

Экстренно 100% FiO<sub>2</sub>

Снижение FiO<sub>2</sub>/PEEP

FiO<sub>2</sub>/PEEP сохраняются (тонкие настройки)

# Увеличение FiO<sub>2</sub> / PEEP: ARDSnet протокол



## Lower PEEP/higher FiO<sub>2</sub>

|                  |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FiO <sub>2</sub> | 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 <sub>2</sub> | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.0   |
| PEEP             | 14  | 14  | 14  | 16  | 18  | 18-24 |

Цели оксигенации: PaO<sub>2</sub> 55-80 mmHg, **SpO<sub>2</sub> 88-95%**

Комбинация FiO<sub>2</sub>/PEEP в соответствии с определенным протоколом.

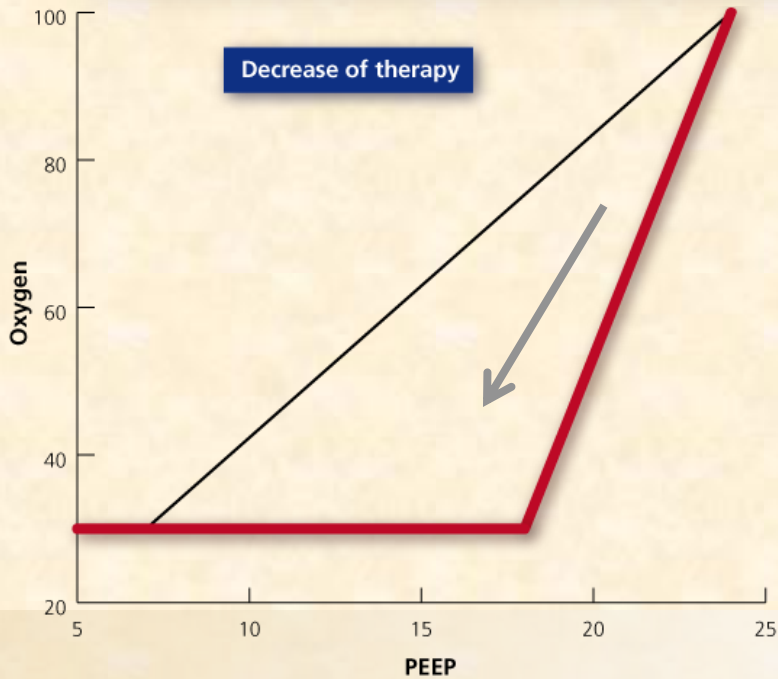
# Снижение FiO<sub>2</sub> / РЕЕР: Концепция поддержания открытых легких

| Higher PEEP/lower FiO <sub>2</sub> |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>FiO<sub>2</sub></b>             | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 |
| <b>PEEP</b>                        | 5   | 8   | 10  | 12  | 14  | 14  | 16  | 16  |

|                        |     |         |     |     |     |     |
|------------------------|-----|---------|-----|-----|-----|-----|
| <b>FiO<sub>2</sub></b> | 0.5 | 0.5-0.8 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.0 |
| <b>PEEP</b>            | 18  | 20      | 22  | 22  | 22  | 24  |

FiO<sub>2</sub>



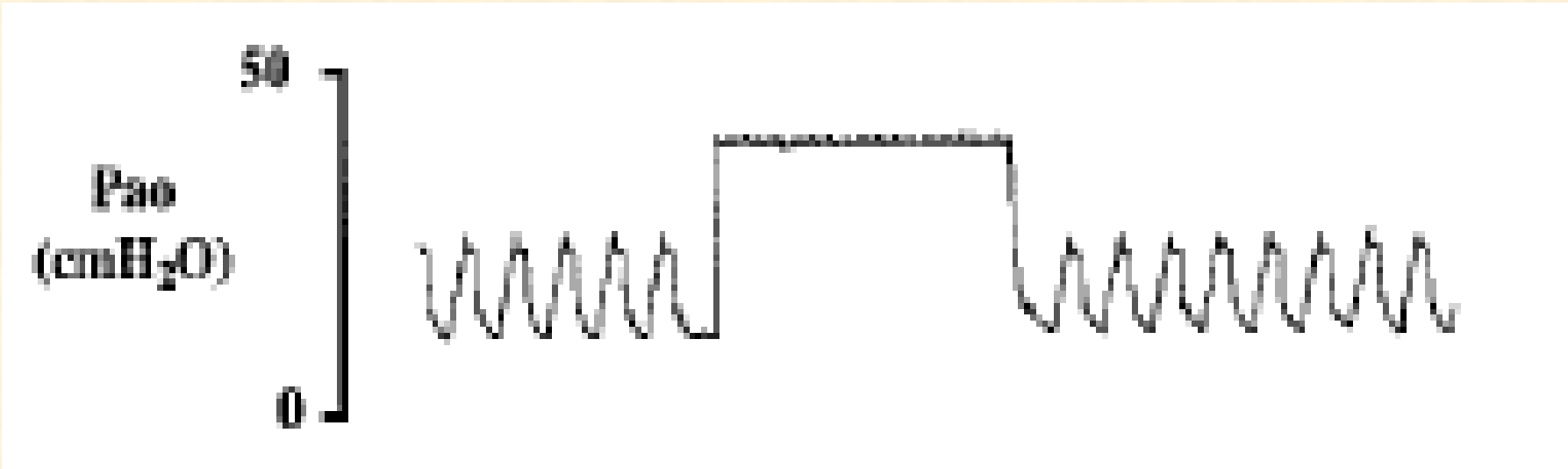
ARDSnet. NEJM 2004

PEEP



# Intellivent: автоматический прием рекрутмента (40/20)

40 cmH<sub>2</sub>O на 20 сек

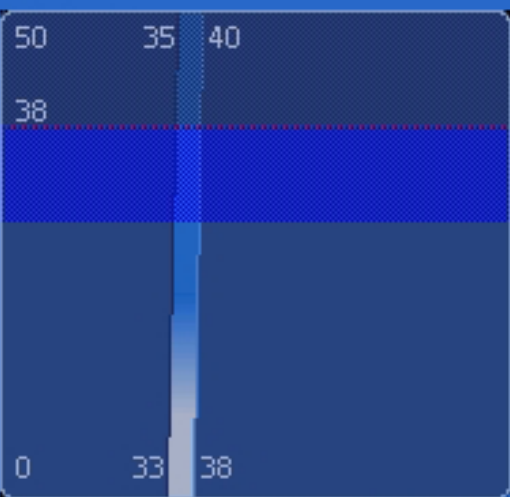


После приема – PEEP + 1 cmH<sub>2</sub>O

## Intellivent и «Повреждение мозга»

CO<sub>2</sub> elimination

P<sub>peak</sub>



PetCO<sub>2</sub>

Target Shift

- Строгий контроль CO<sub>2</sub>
- Отмена «пермиссивной гиперкапнии»
- SpO<sub>2</sub> +2% (98-99%)
- PEEP вручную

Oxygenation

PEEP/CPAP



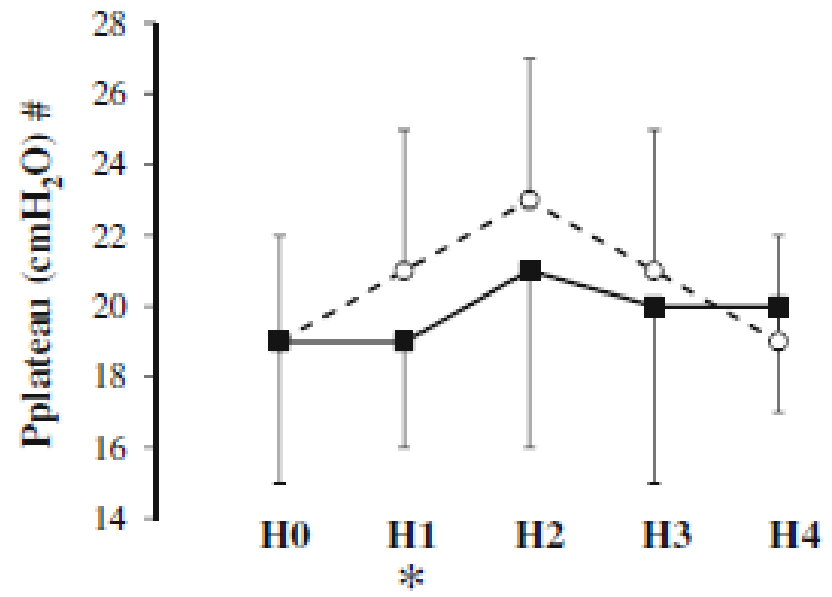
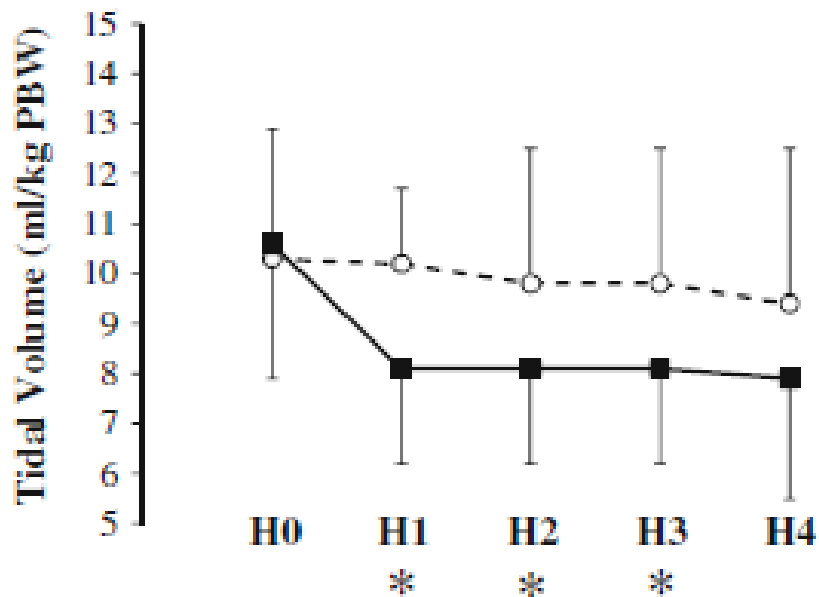
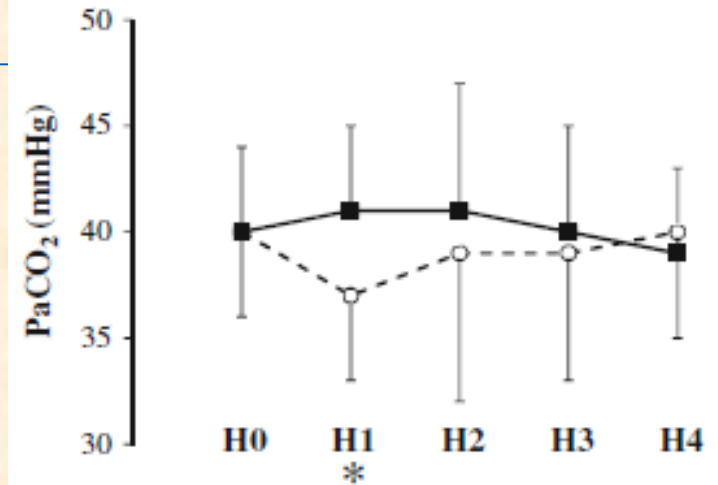
Target Shift

95% SpO<sub>2</sub>

SpO<sub>2</sub>

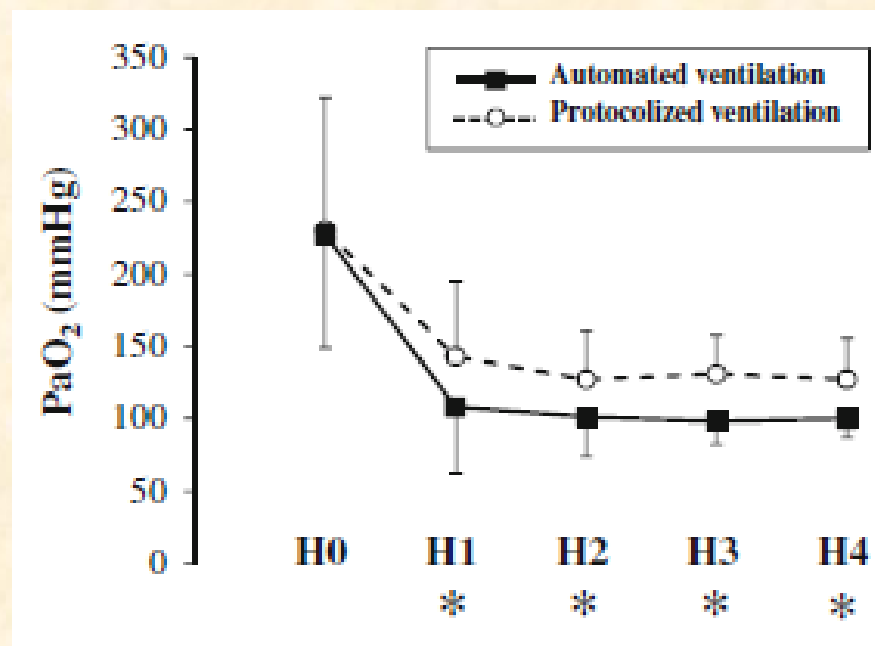
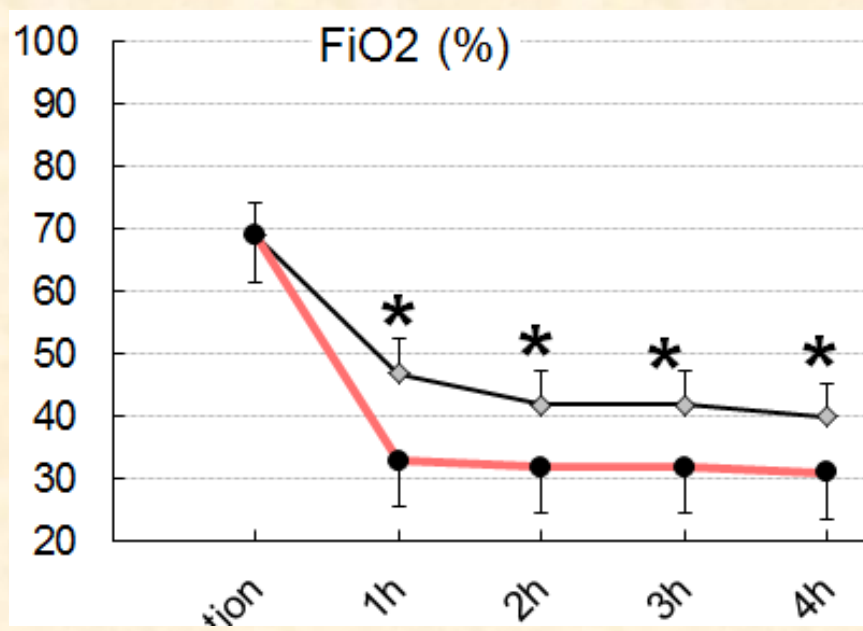
# Intellivent и внешняя вентиляция (ДО и CO<sub>2</sub>)

- Intellivent безопасен
- Ниже V<sub>T</sub> и P<sub>plat</sub>
- Приемлемое PaCO<sub>2</sub>
- Меньше ручных регулировок



## Intellivent и оксигенация

- Intellivent безопасен
- Ниже  $FiO_2$
- Достаточный  $PaO_2$
- Меньше ручных регулировок



# Intellivent-ASV и безопасность

## 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 <sub>T</sub> ) | Manual Adjustment of Minimum Minute Ventilation Parameters (f, V <sub>T</sub> ) | 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 <sub>OL,OL</sub> | ✓   | ✓   | ✓  |   | ✓                                       | ✓  | ✓  |                       | 6                   |
| Adaptive Support Ventilation  | PC-IMV <sub>O,O</sub>   |   | ✓   | ✓  |   |   |  | ✓  |                       | 3                   |
| Automode (Pressure Regulated Volume Control to Volume Support)                | PC-IMV <sub>A,A</sub>   |   | ✓   | ✓  | ✓   |   |  |  |                       | 3                   |
| Automode (Volume Control to Volume Support)                                   | VC-IMV <sub>D,A</sub>   |   | ✓   | ✓  | ✓   |   |  |  |                       | 3                   |
| Mandatory Minute Volume with Pressure Limited Ventilation*                    | VC-IMV <sub>DA,S</sub>  |   |   | ✓  | ✓   |   |  |  |                       | 2                   |
| Adaptive Pressure Ventilation Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation | PC-IMV <sub>A,S</sub>   |   | ✓   |  | ✓   |   |  |  |                       | 2                   |
| Mandatory Minute Volume Ventilation   | VC-IMV <sub>A,S</sub>   |   |   | ✓  | ✓   |   |  |  |                       | 2                   |
| Pressure Regulated Volume Control   | PC-CMV <sub>A</sub>     |   | ✓   |  | ✓   |   |  |  |                       | 2                   |

## Протективная МВЛ:

### Возможности «интеллектуальных» режимов

- Автоматическая протективная вентиляция (ДО 5-7 мл/кг)
- Автоматический выбор наименее возможного инспираторного давления и  $\Delta P$
- Автоматический выбор  $T_i/T_e$
- Автоматическое поддержание целевой элиминации  $CO_2$  (плюс перmissive гиперкапния)
- Автоматическое поддержание целевой оксигенации  $SpO_2$  (приемлемая оксигенация)
- Автоматическое «отлучение» от МВЛ



**Спасибо  
За  
ВНИМАНИЕ**