



Новые технологии в приеме рекрутмента легких при ОРДС

Олег Сатишур, к.м.н.

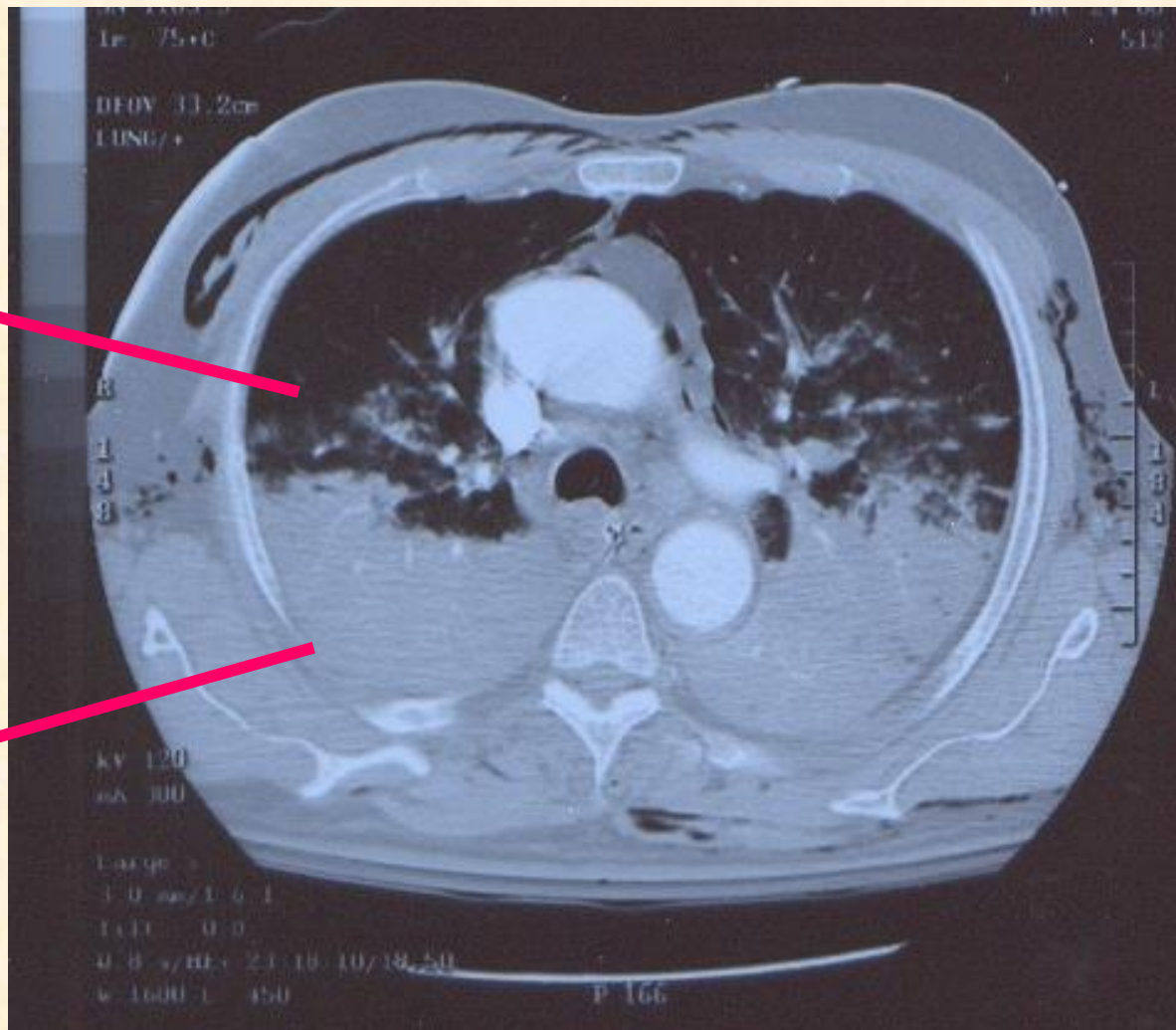
Клинический специалист

Hamilton Medical AG

ОРДС: Основные стратегии ИВЛ

- Стратегия сниженного ДО (5-6 ml/kg) и ограничение давления ($P_{plat} < 30$)

- Стратегия открытых легких: рекрутмент + РЕЕР для предупреждения коллапса



Приемы рекрутмента

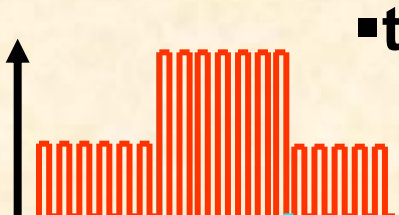
PEEP «титрование»



Borges. AJRCCM 2006

De Matos. 20120

▪ Периодическое увеличение P_{insp} (VT)



Pelosi. AJRCCM 1999.

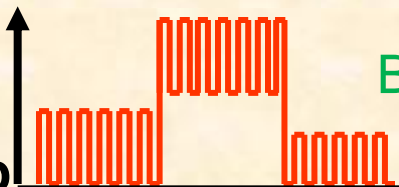
Barbas AJRCCM 2001

▪ Удержание давления определенное время



Grasso. Anesthesiology 2002

▪ Периодическое увеличение PEEP/ P_{insp}

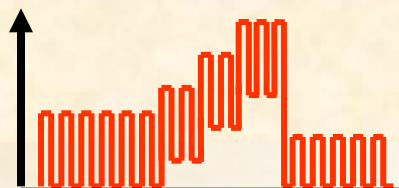


Bohm. Yearbook Int Care Med, 1998;

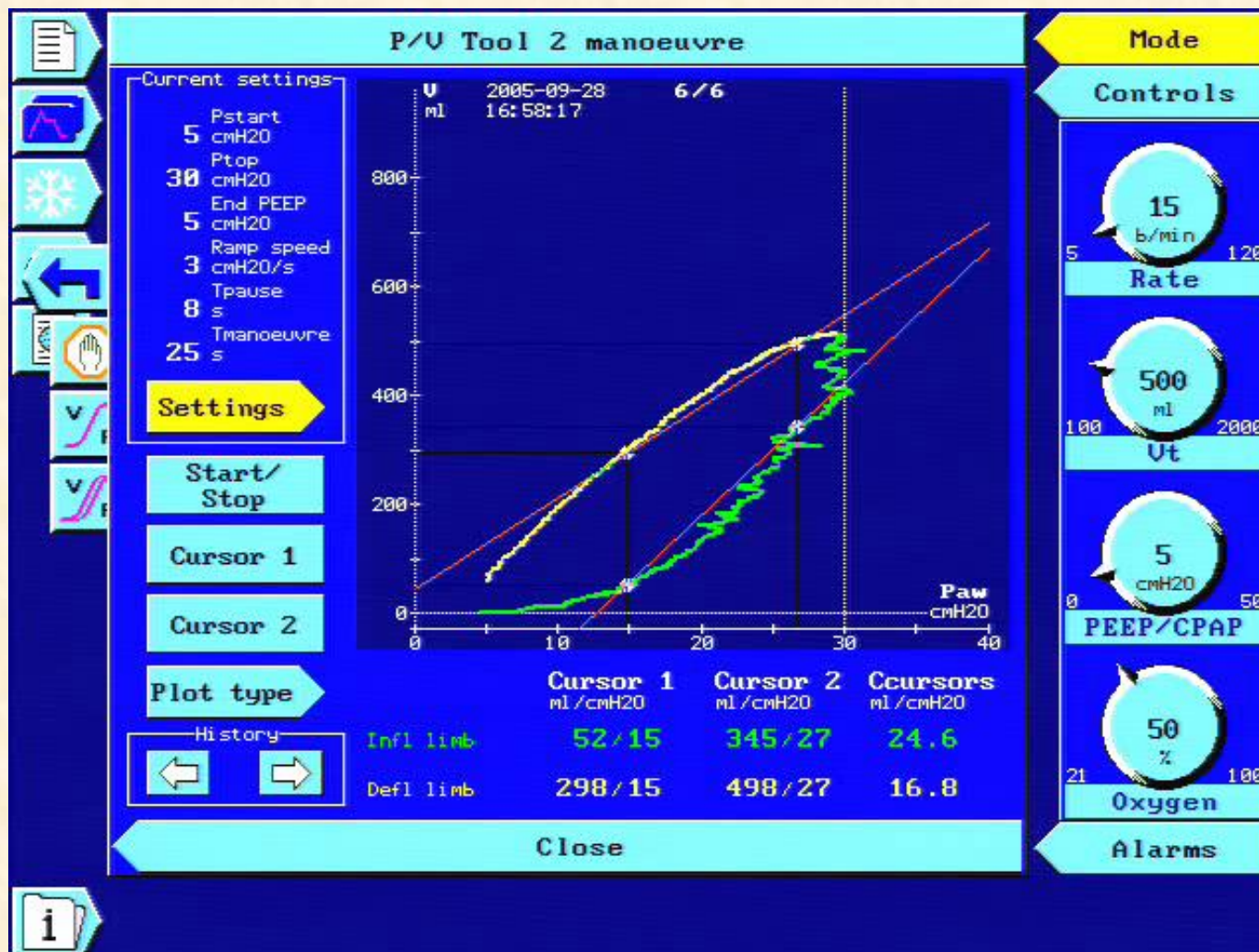
Lachman, Int J Int Care, 2000

▪ Ступенчатое

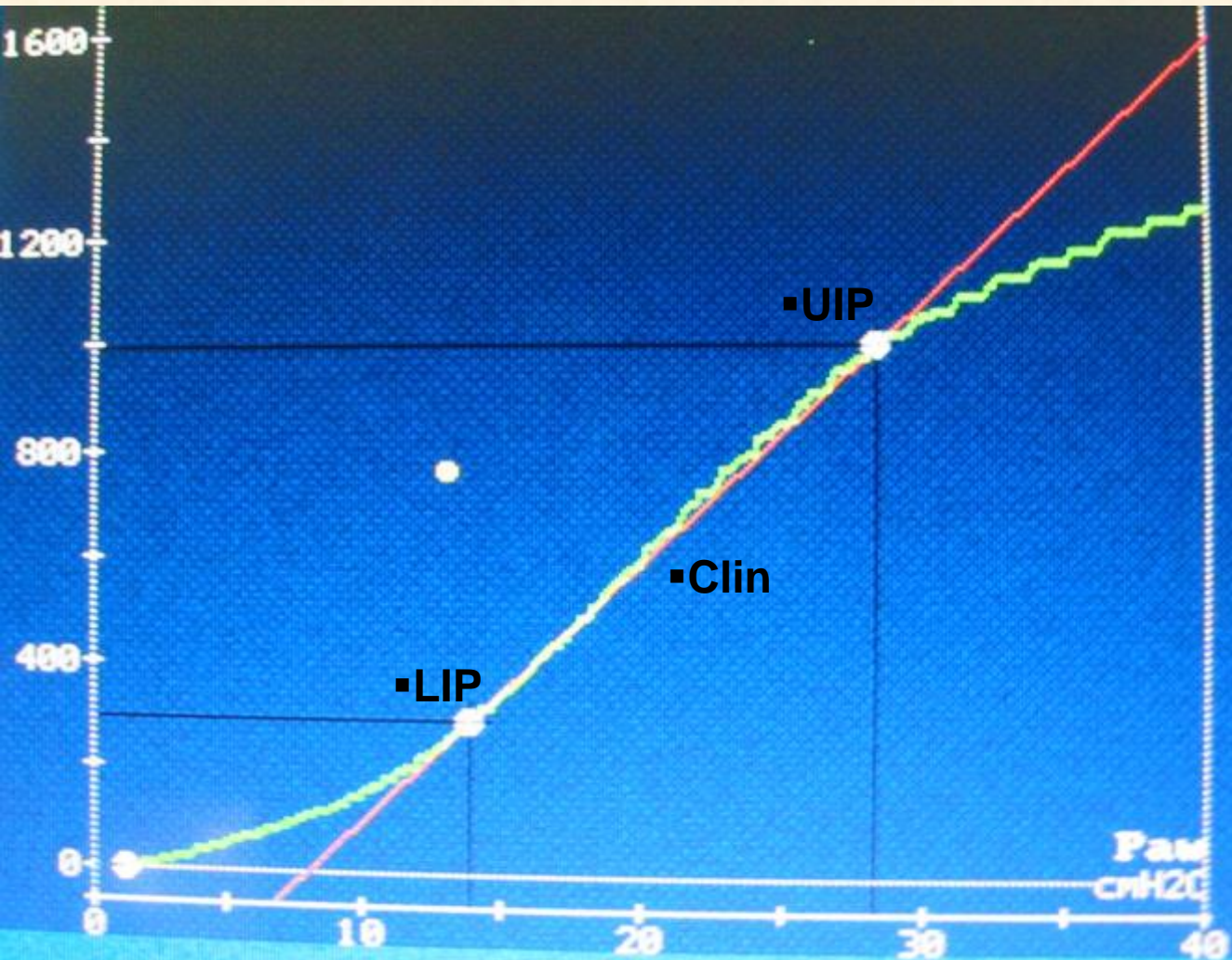
Увеличение PEEP



Маневр статической кривой объем-давление (P/V Tool) как прием рекрутмента



Низкопоточковая P/V кривая: PEEP и P_{insp}



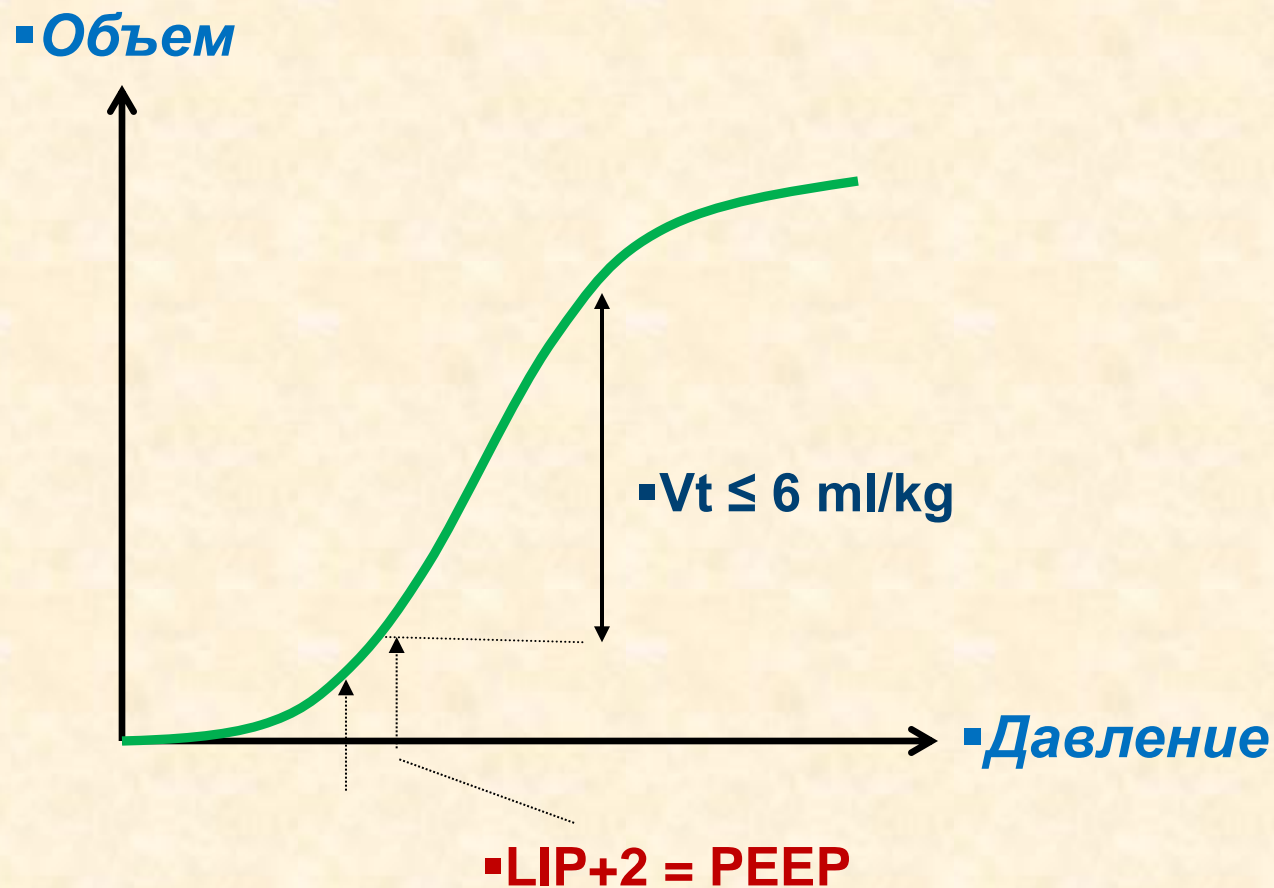
PEEP?

P_{insp}?

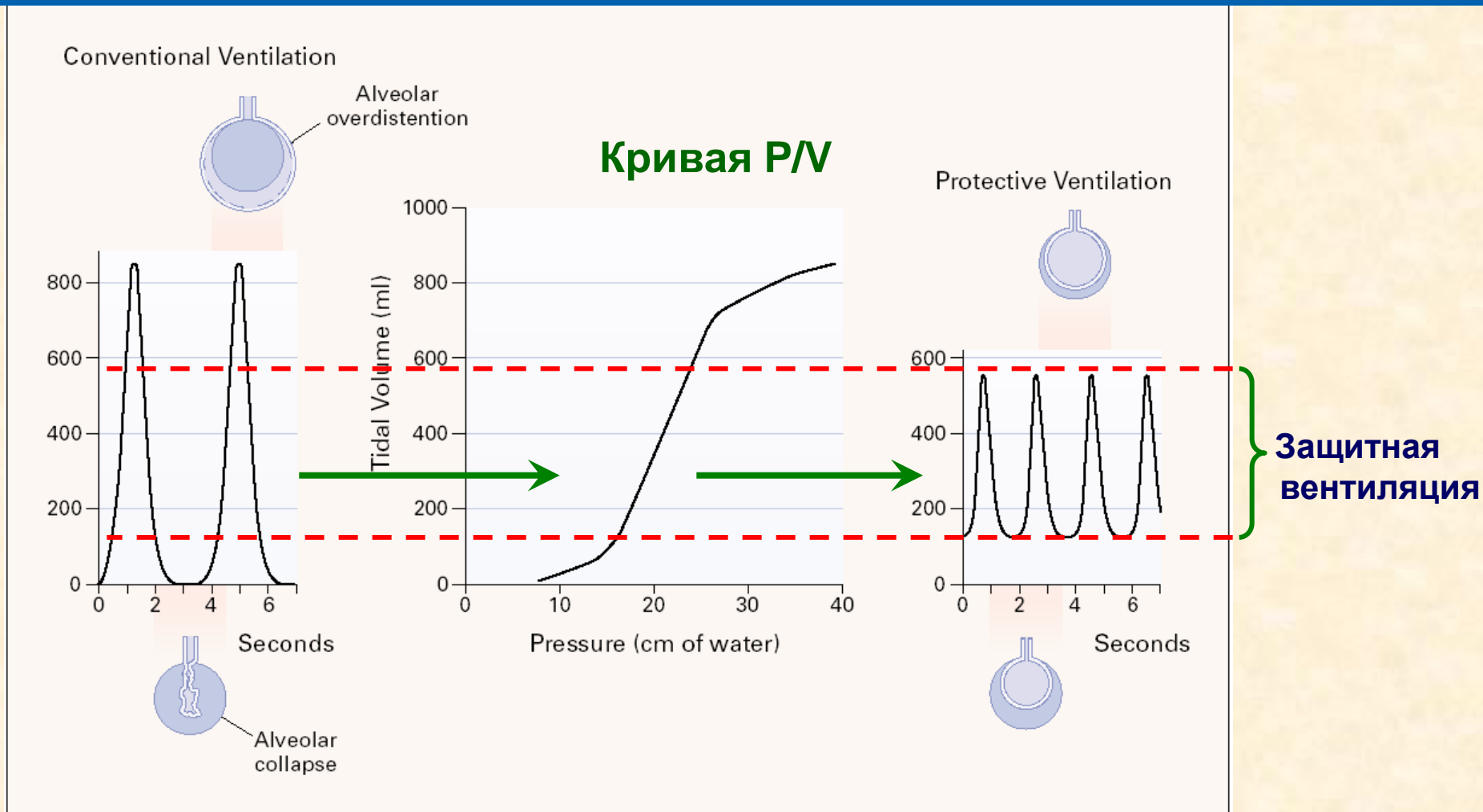
▪Hickling.
AJRCCM 1998

▪Maggiore & Brochard:
“Pressure-volume curve in the
critically ill.” Current Opinion in
Critical Care 2000, 6: 1-10

PV кривая и PEEP: Amato 1998, Villar 2006



Кривая P/V: регулировка параметров для стратегии защитной вентиляции...

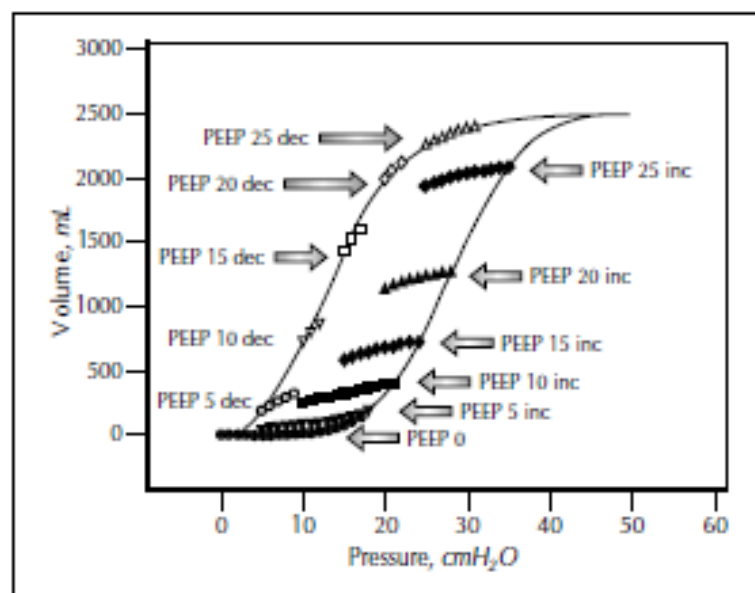


Реинтерпретация кривой давление-объем у пациентов с ОРДС (2002)

Reinterpreting the pressure-volume curve in patients with acute respiratory distress syndrome

Keith G. Hickling, MD

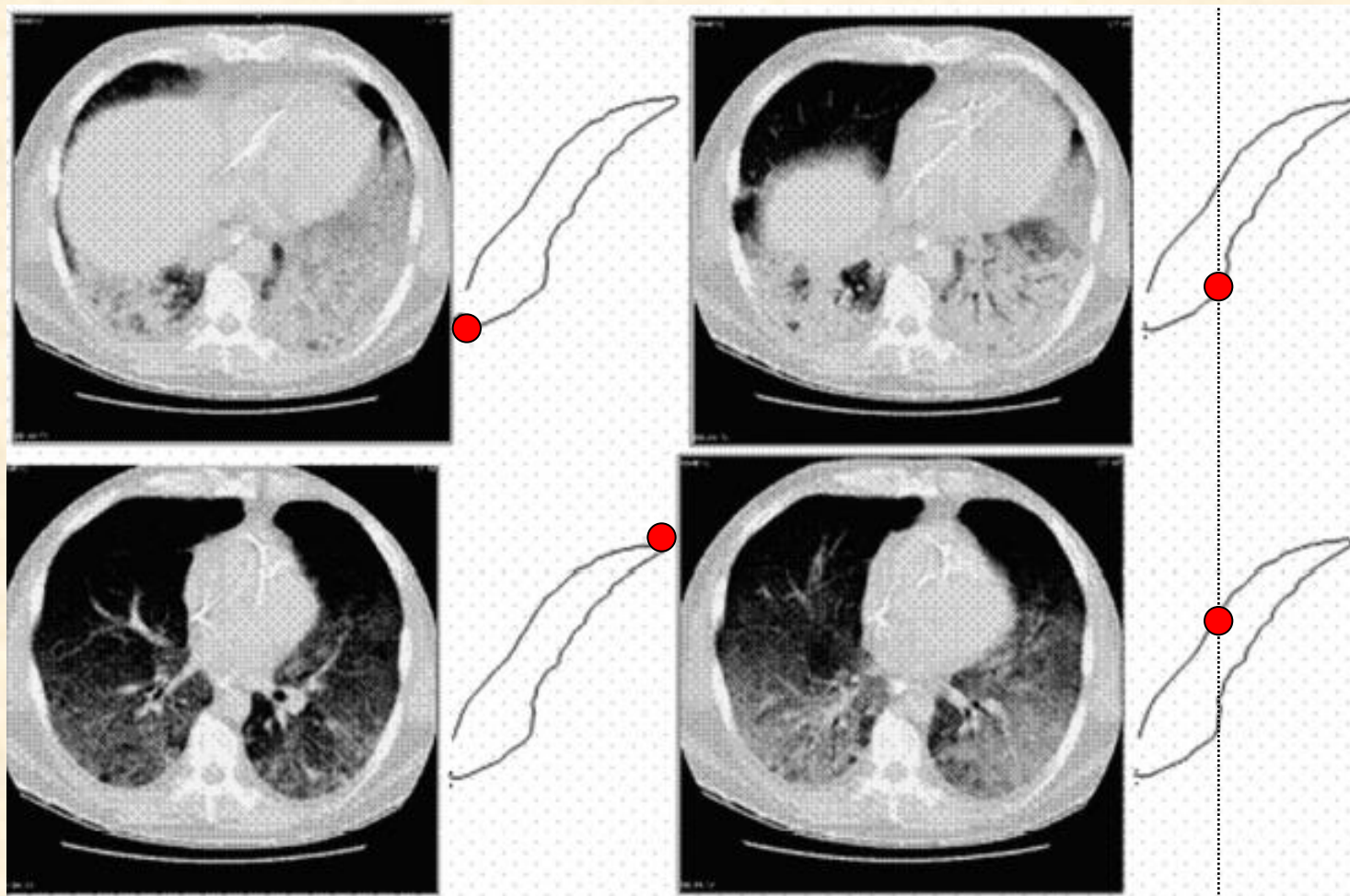
Figure 7. Tidal pressure-volume plots from mathematical model of acute respiratory distress syndrome



«Вероятно, рекрутмент происходит на протяжении всей инспираторной части кривой объем-давление, а по экспираторной части кривой надо определять необходимое PEEP (decremental PEEP)».

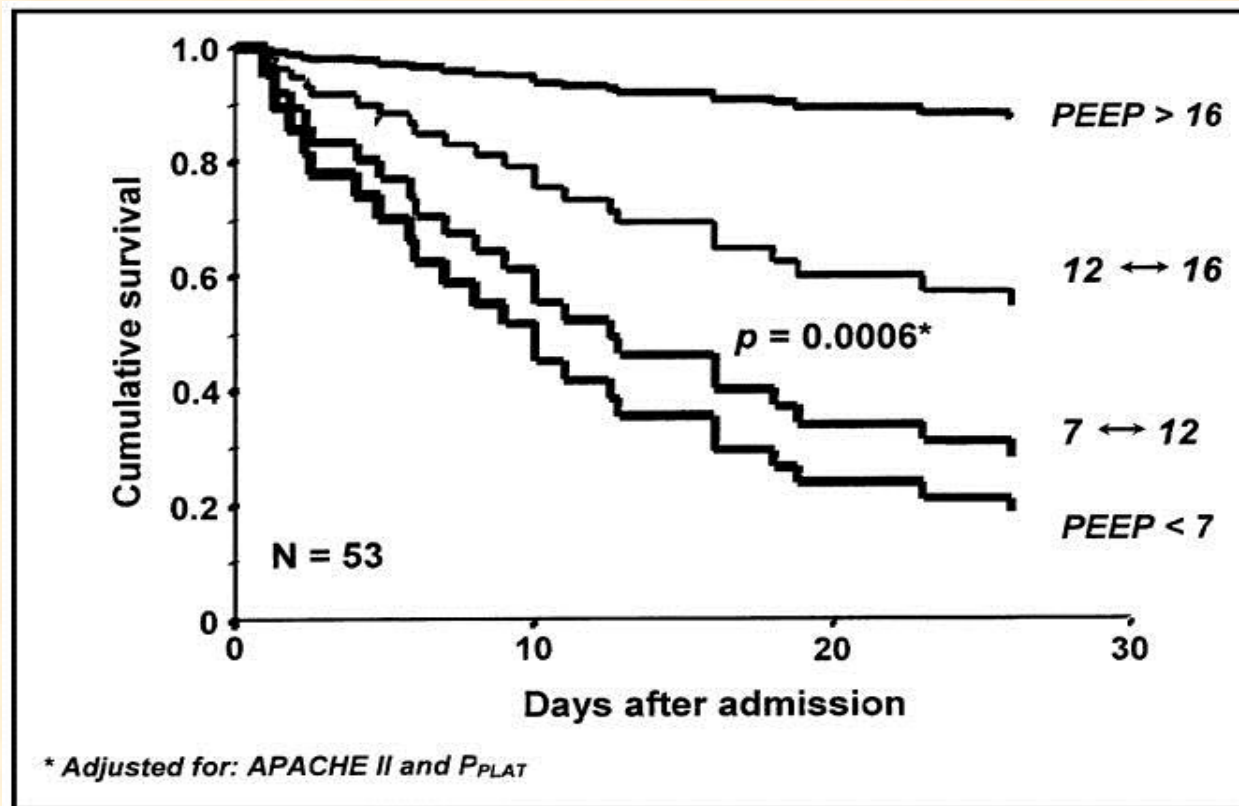
Cur Opin Crit Care 2002; 8:32

Кривая R/V и СТ: Открытие и закрытие легких



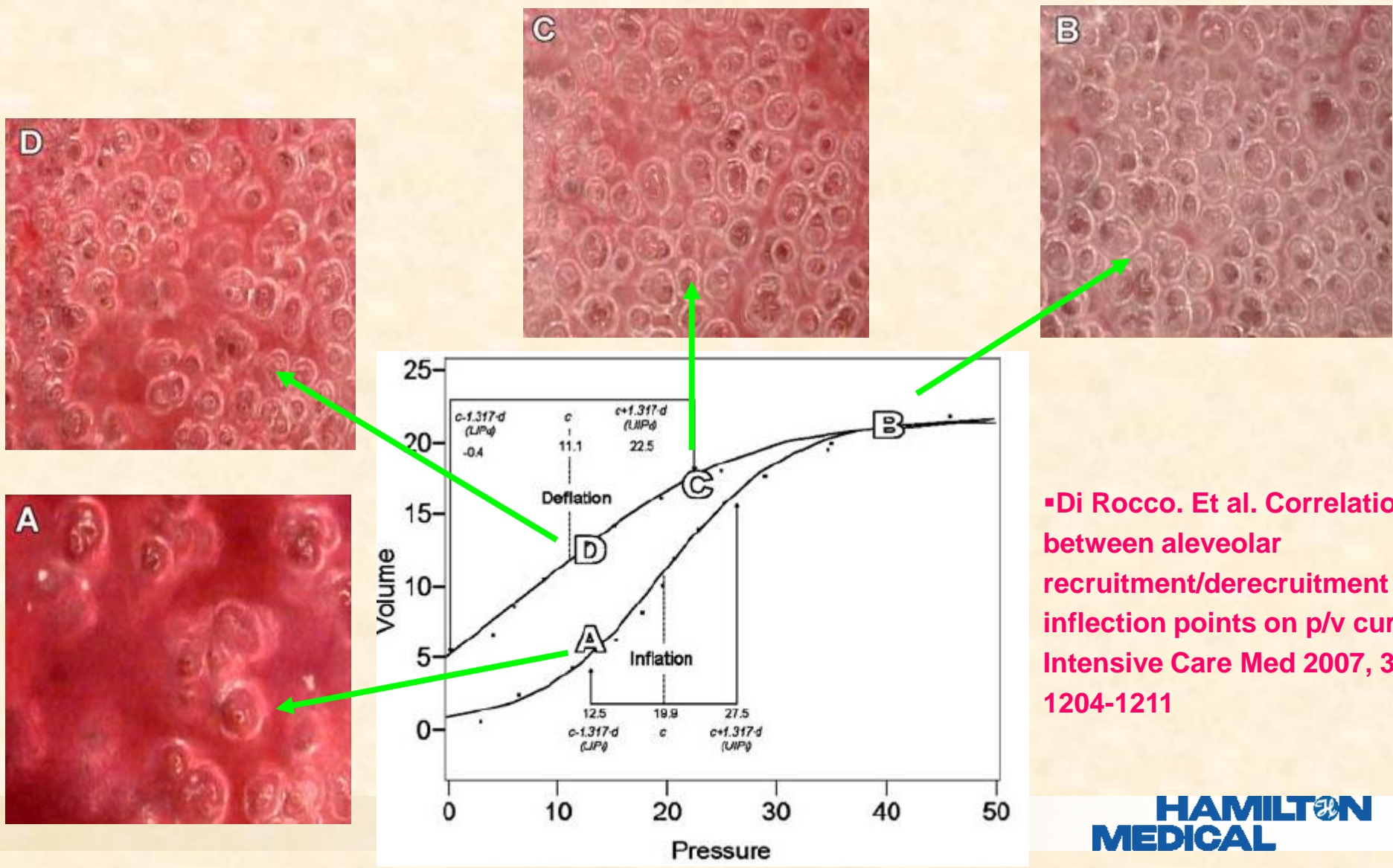
▪ C.Barbas, M.Amato COCCM 2005; 11: 18

Высокий РЕЕР после рекрутмента улучшает выживаемость при ОРДС



The better survival rates related to higher PEEP levels during a mechanical ventilation protocol in ARDS patients.

Кривая P/V и «открытие» легких



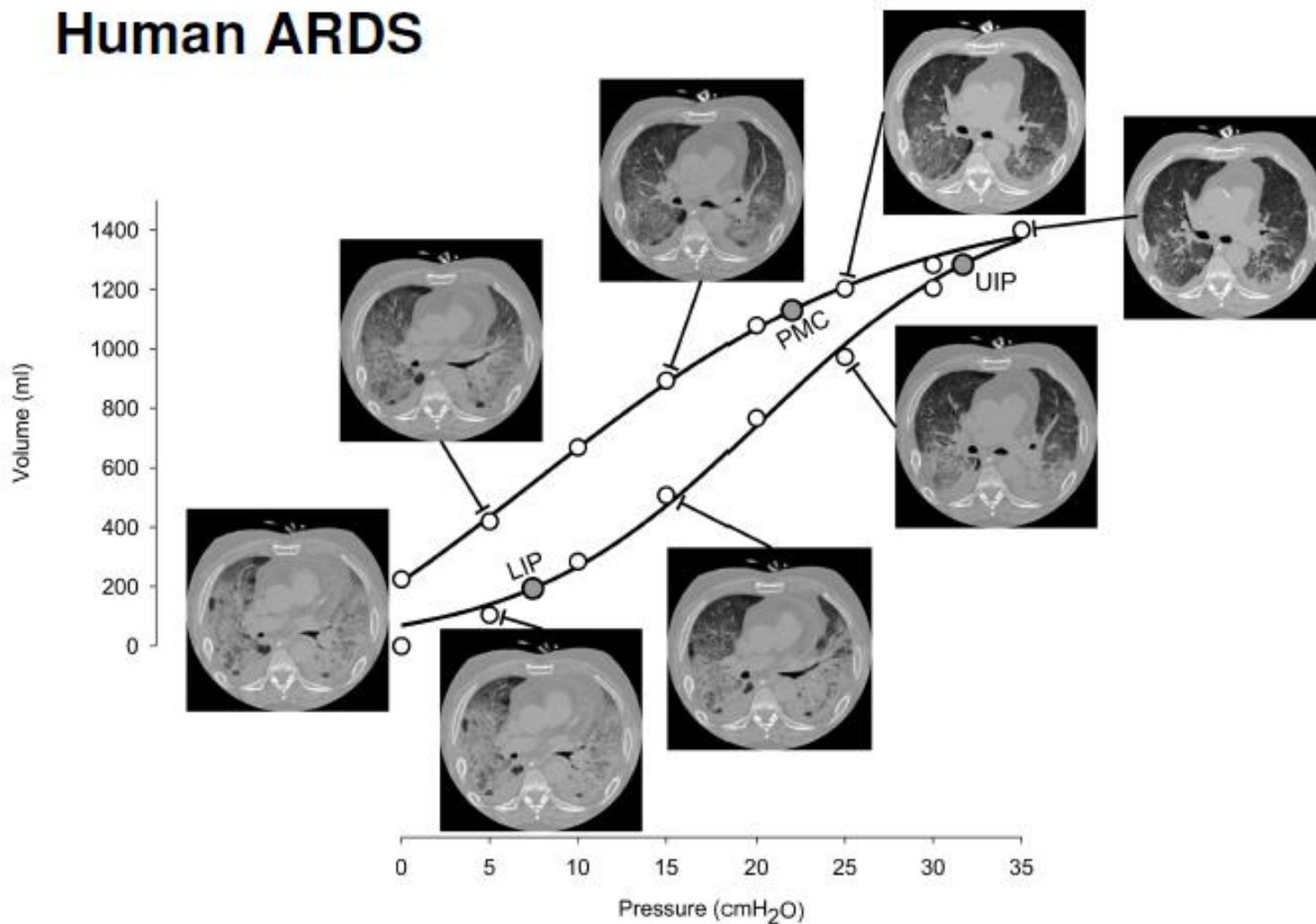
Di Rocco. Et al. Correlation between alveolar recruitment/derecruitment and inflection points on p/v curve Intensive Care Med 2007, 33: 1204-1211

Заключение:

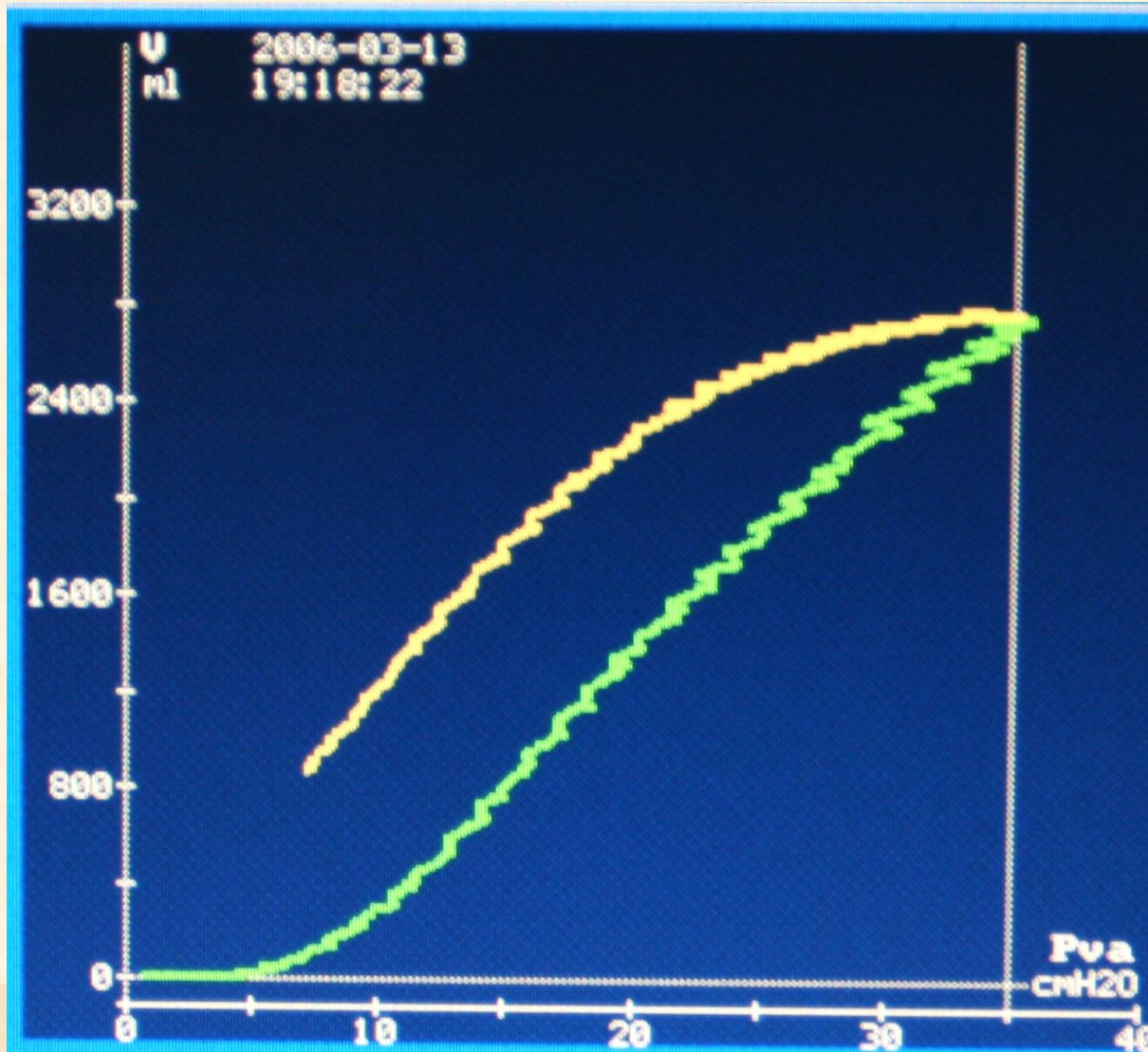
- Рекрутмент происходит в течение инспираторной части PV кривой
- В экспираторной фазе значительная часть альвеол остается открытой, что обуславливает «гистерезис»
- Рекрутмент и дерекрутмент происходят на разных уровнях давления.
- Экспираторная кривая лучше отражает дерекрутмент, чем инспираторная кривая. (PEEP по экспираторной кривой?)

PV кривая и рекрутмент/дерекрутмент

Human ARDS

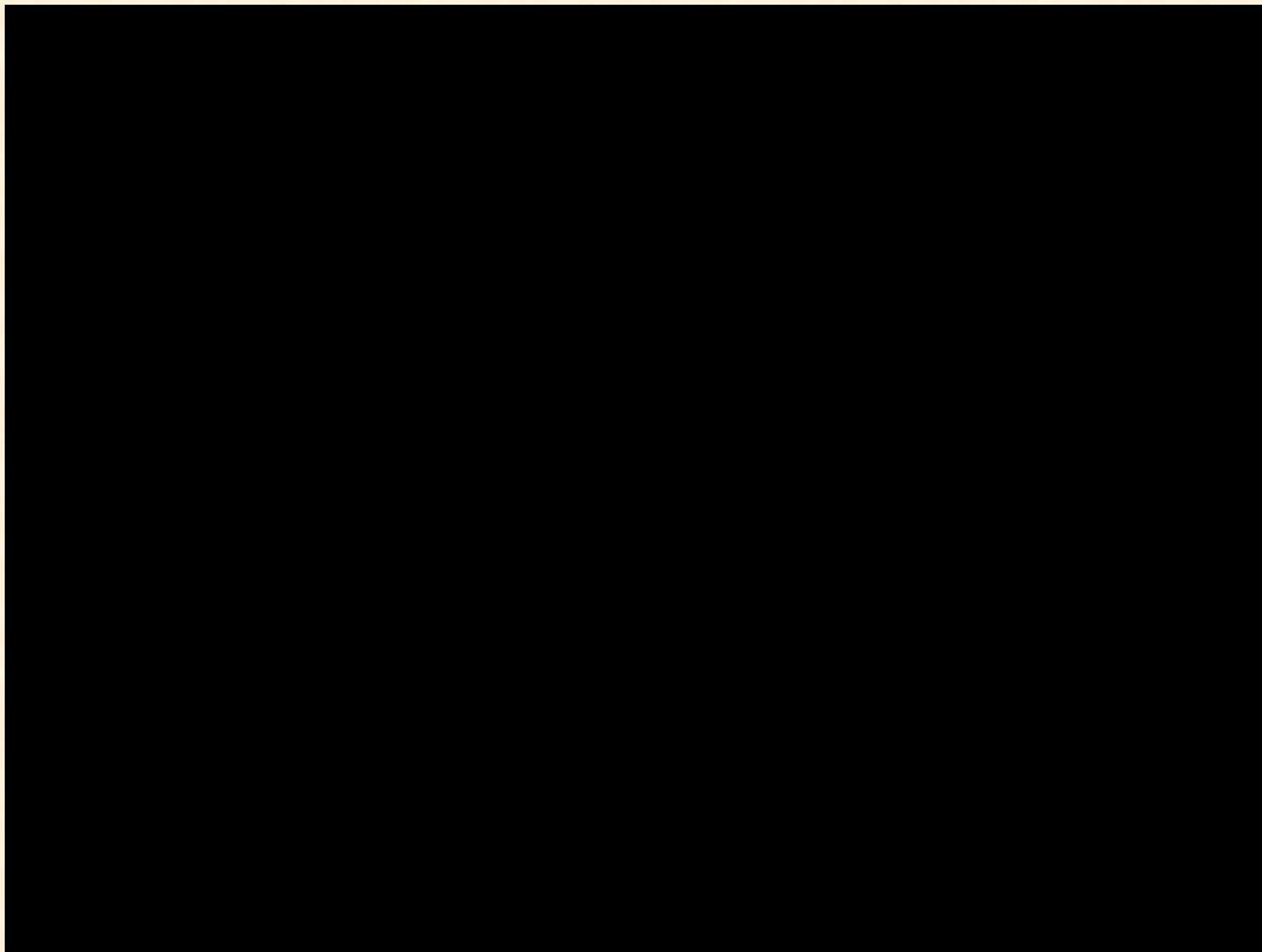


Маневр P/V Tool: низкий поток с контролем давления в инспираторной и экспираторной части



- Pramp
2-4 mbar/sec

P/V Tool: рекрутмент/дерекрутмент



Легкие рекрутабельны?

1: [Curr Opin Crit Care](#). 2005 Feb;11(1):69-76.

Related Articles,



How to ventilate patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome.

[Gattinoni L](#), [Caironi P](#), [Carlesso E](#).

Для рациональной регулировки инспираторного давления и РЕЕР должна быть оценена потенциальная **рекрутабельность легких**.

Lung Recruitment in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome

Luciano Gattinoni, M.D., F.R.C.P., Pietro Caironi, M.D., Massimo Cressoni, M.D., Davide Chiumello, M.D.,
V. Marco Ranieri, M.D., Michael Quintel, M.D., Ph.D., Sebastiano Russo, M.D., Nicolò Patroniti, M.D.,
Rodrigo Cornejo, M.D., and Guillermo Bugeo, M.D.

- В среднем более 24-25% объема легких при ОРДС нерекрутабельны*.
- Требуется оценка способности легких к «открытию» для установки РЕЕР
- Применение высокого РЕЕР у пациентов с потенциально малорекрутабельными легкими может нанести вред (вследствие перерастяжения «здоровых» зон)

* »Поздний» ОРДС; максимальное давление 45 смH₂O

NEJM 2006; 354(17): 1775

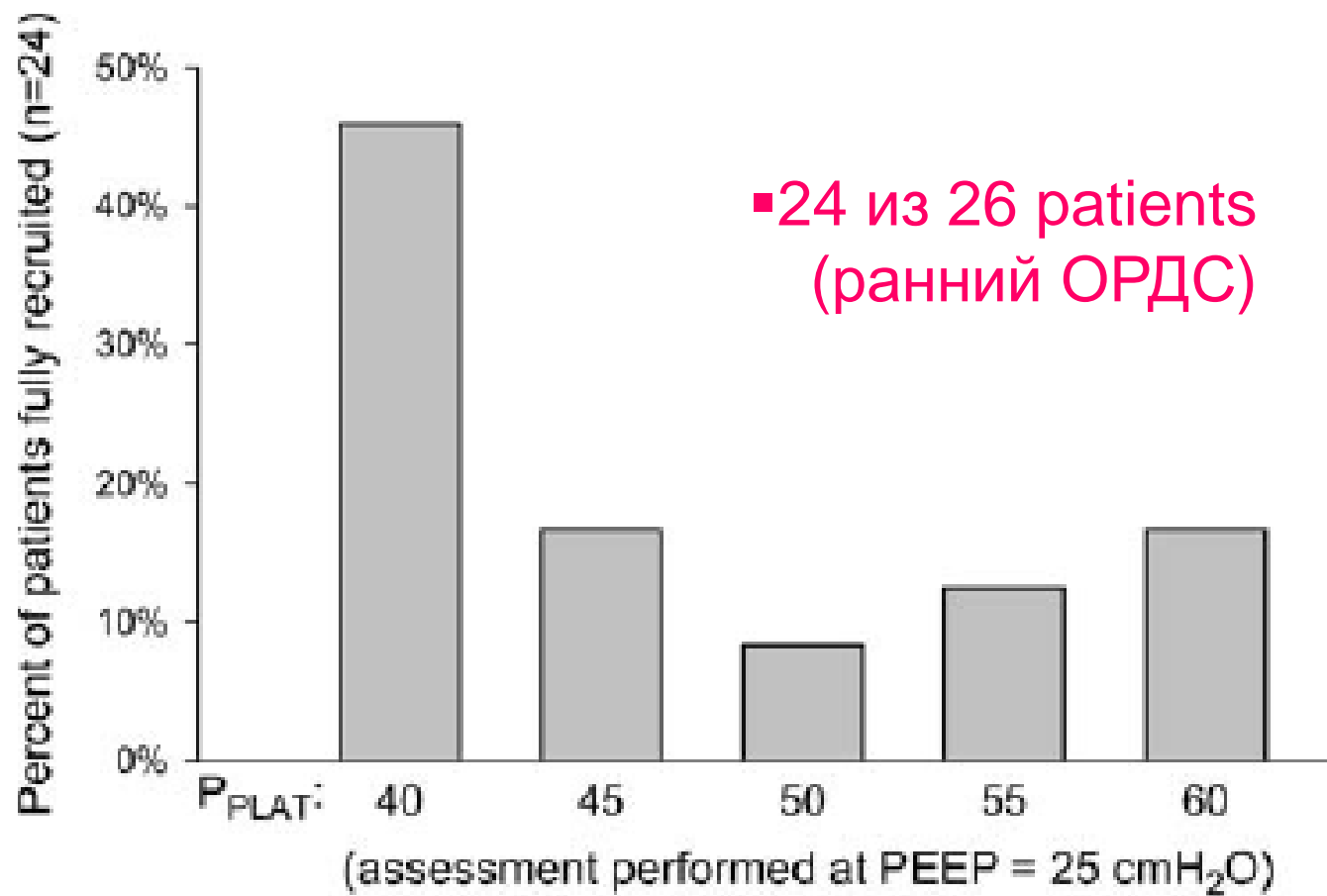
От чего зависит рекрутабельность и эффективность рекрутмента?

- Тип патогенеза ОРДС (легочной – внелегочной)
- Время и фаза ОРДС
- Величина и длительность давления рекрутмента
- Податливость грудной клетки
- Достаточный PEEP после рекрутмента

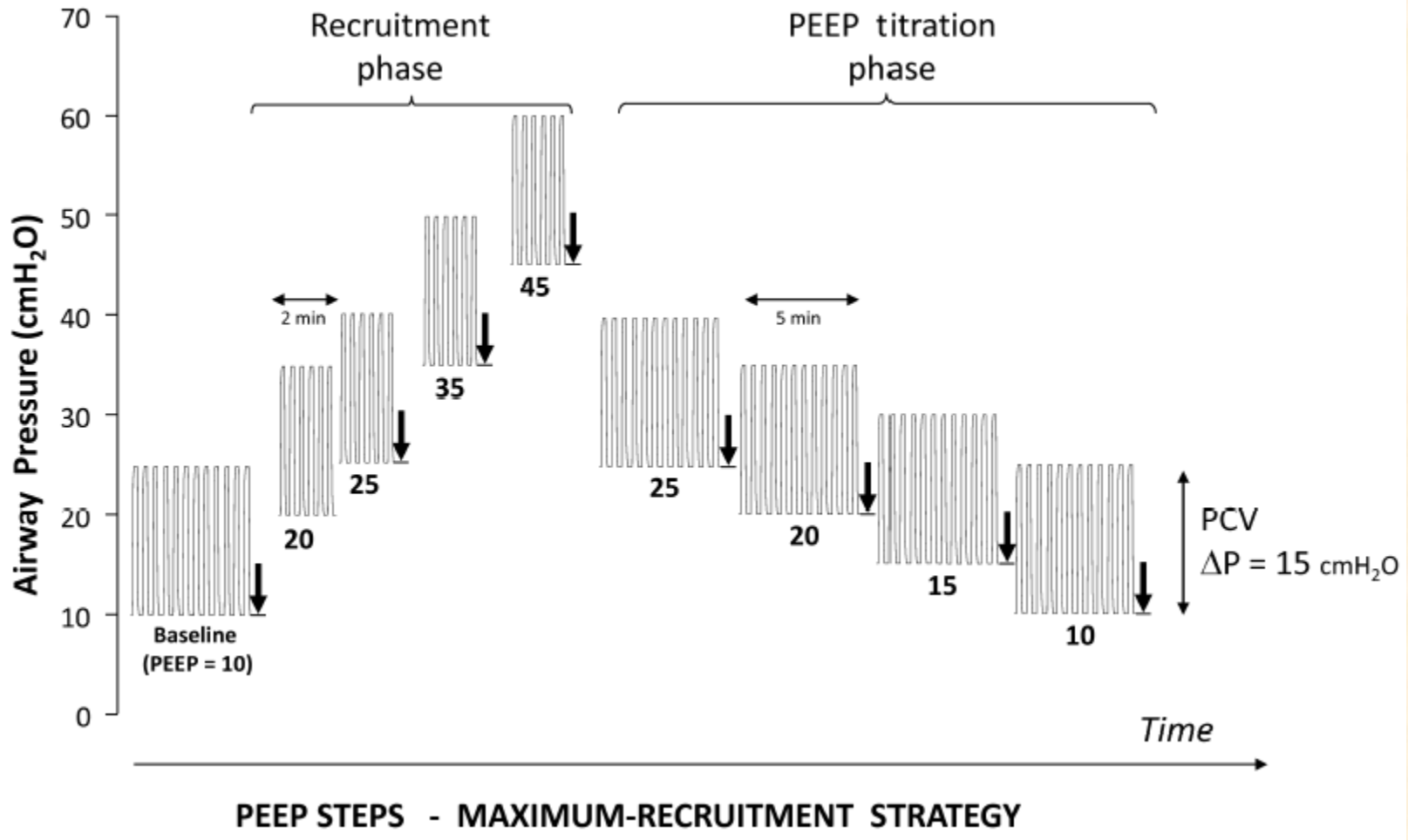
Barbas, Amato, Cur Opin Crit Care 2005

Reversibility of Lung Collapse and Hypoxemia in Early Acute Respiratory Distress Syndrome

João B. Borges, Valdelis N. Okamoto, Gustavo F. J. Matos, Maria P. R. Carames, Paula R. Arantes, Fabio Barros, Ciro E. Souza, Josué A. Victorino, Robert M. Kacmarek, Carmen S. V. Barbas, Carlos R. R. Carvalho, and Marcelo B. P. Amato



Рекрутмент: восходящий - нисходящий РЕЕР (стратегия максимального рекрутмента)



Легкие рекрутабельны? Фаза ОРДС имеет значение

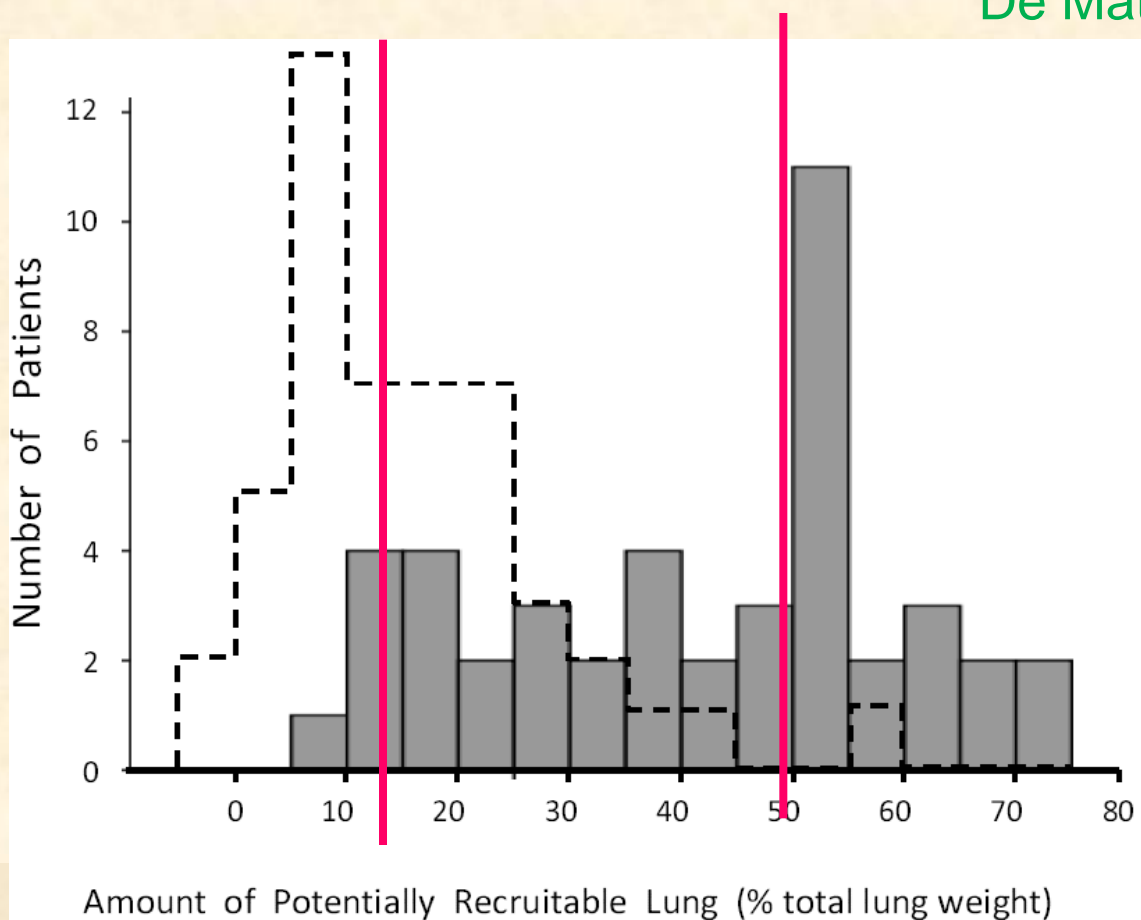
68 пациентов, «поздний» ОРДС

Gattinoni. N Engl J Med 2006

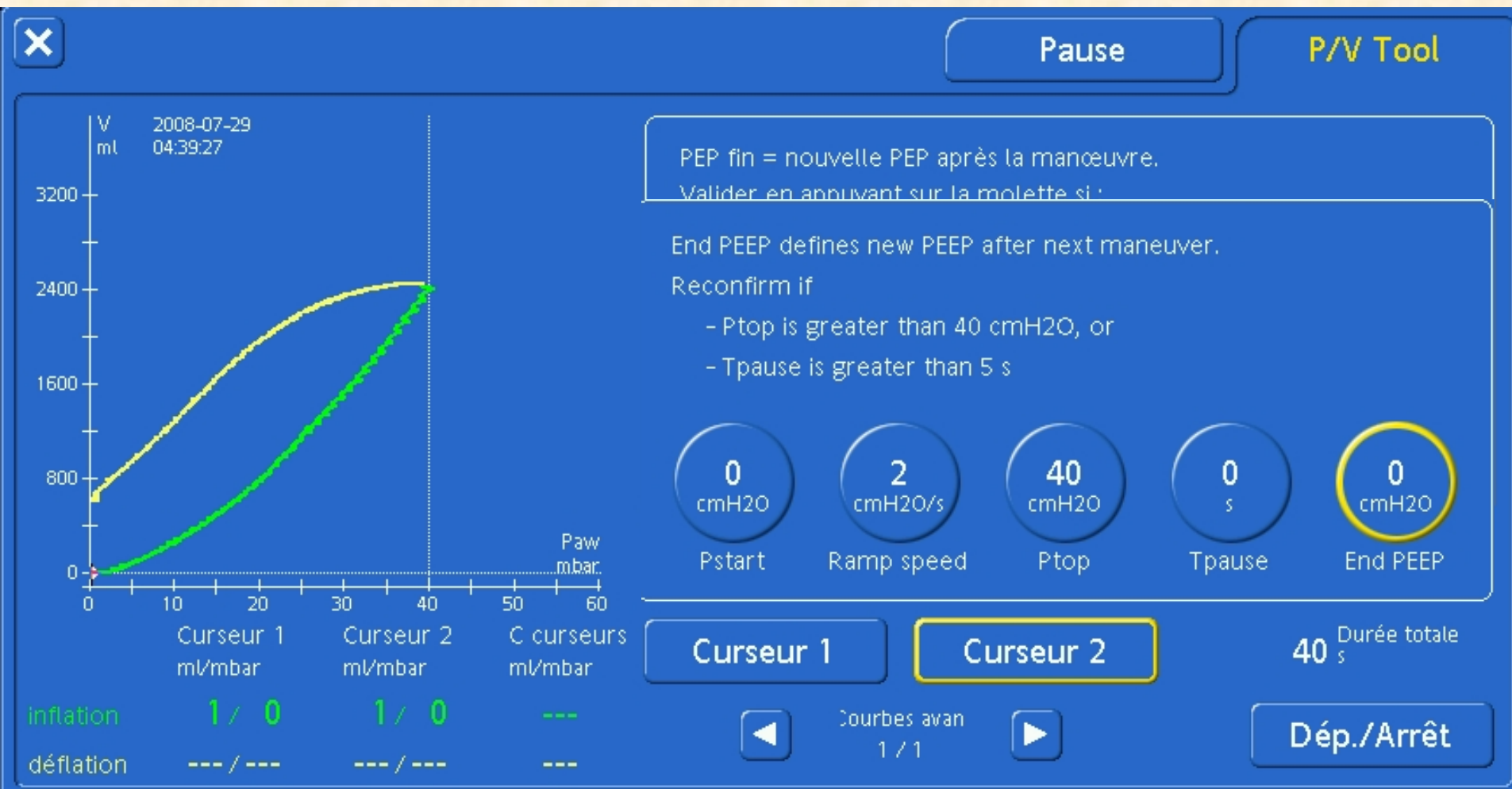
51 пациент, «ранний» ОРДС

Borges. Am J Resp Crit Care Med 2006

De Matos. Crit Care 2012



Оценка рекрутабельности по PV кривой



Оценка рекрутабельности по гистерезису

Research

Open Access

Alveolar recruitment can be predicted from airway pressure-lung volume loops: an experimental study in a porcine acute lung injury model

Jacob Koefoed-Nielsen¹, Niels Dahlsgaard Nielsen¹, Anders J Kjærgaard² and Anders Larsson¹

Critical Care 2008; 12:R7

Lung volume

TLC

MH

Airway pressure (cmH₂O)

0

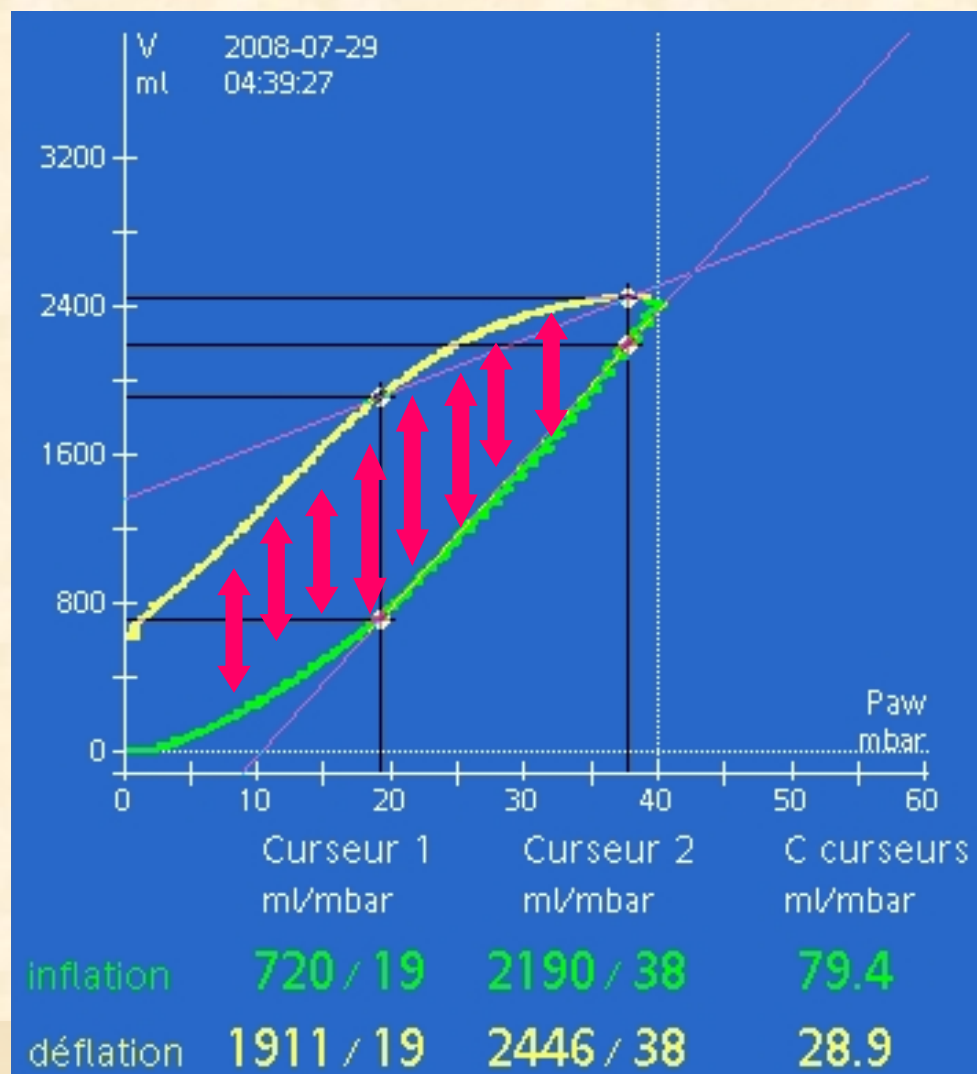
10

40

Available online <http://ccforum.com/content/12/1/R7>

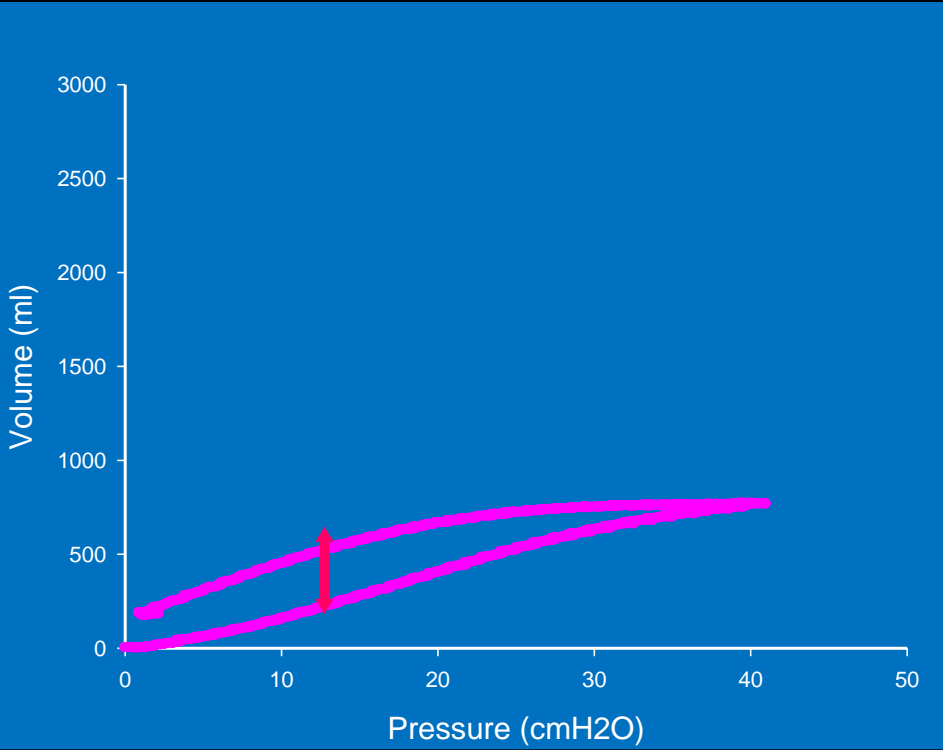
An airway pressure-lung volume loop from an animal after

Оценка рекрутабельности: Гистерезис

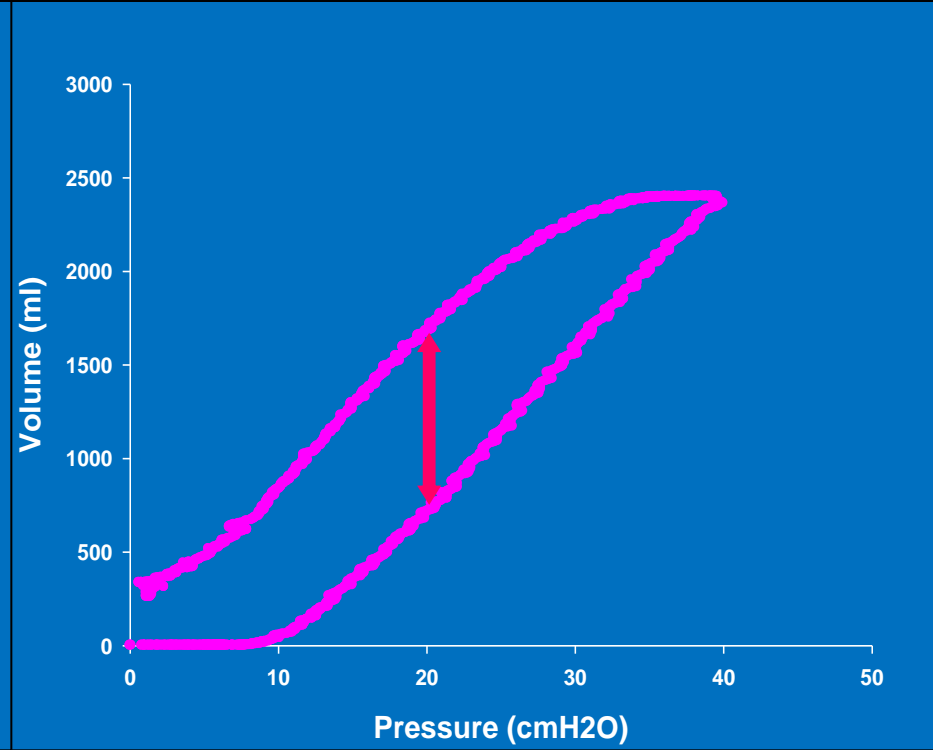


D.Demory et al.
ESICM 2007
Int Care Med 2008

Оценка рекрутабельности: Гистерезис и линейная податливость



$C_{LIN} 37 \text{ ml/H}_2\text{O}$



$C_{LIN} 83 \text{ ml/H}_2\text{O}$

Оценка рекрутабельности: линейный комплайнс и точка нижнего перегиба



2013-04-23 3 15:43:11

Reference ◀ 3 / 3 ▶

	Inflation limb	Deflation limb	Paw
Cursor 1	396 ml	1420 ml	18 cmH2O
Cursor 2	1797 ml	1893 ml	38 cmH2O
Compliance cursors	68.1 ml/cmH2O	23.0 ml/cmH2O	

Current Settings

0 Pstart cmH2O 40 Ptop cmH2O 0 End PEEP cmH2O 40 Tmaneuver s

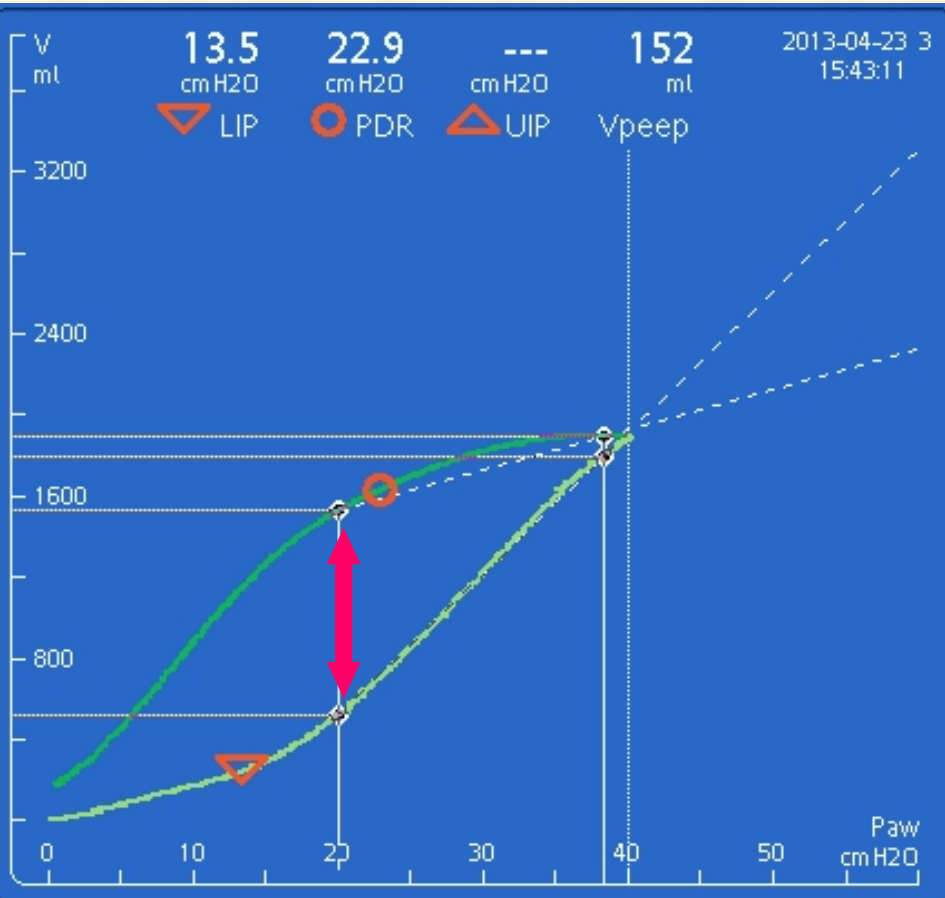
2 Ramp Speed cmH2O/s 0 Tpause s

Settings Start/Stop Maneuver

Maggiore. AJRCCM 2001; Demory. Int Care Med 2008



Легкие рекрутабельны (значительный гистерезис)



Reference 3 / 3

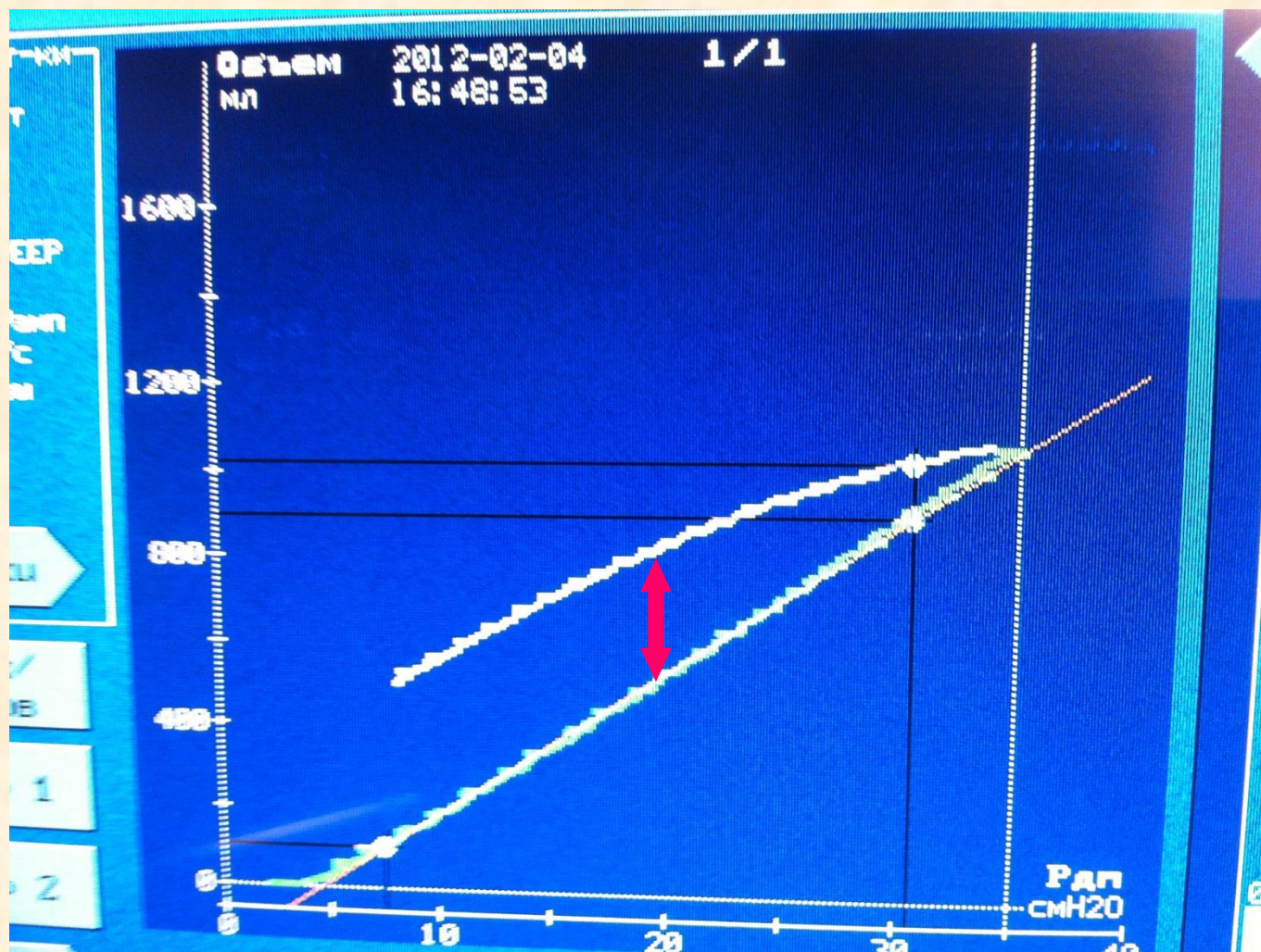
	Inflation limb	Deflation limb	Paw
Cursor 1	524 ml	1529 ml	20 cmH2O
Cursor 2	1797 ml	1893 ml	38 cmH2O
Compliance cursors	70.0 ml/cmH2O	20.0 ml/cmH2O	

Current Settings

0 Pstart cmH2O	40 Ptop cmH2O	0 End PEEP cmH2O	40 Tmaneuver s
2 Ramp Speed cmH2O/s	0 Tpause s		

Settings Start/Stop Maneuver

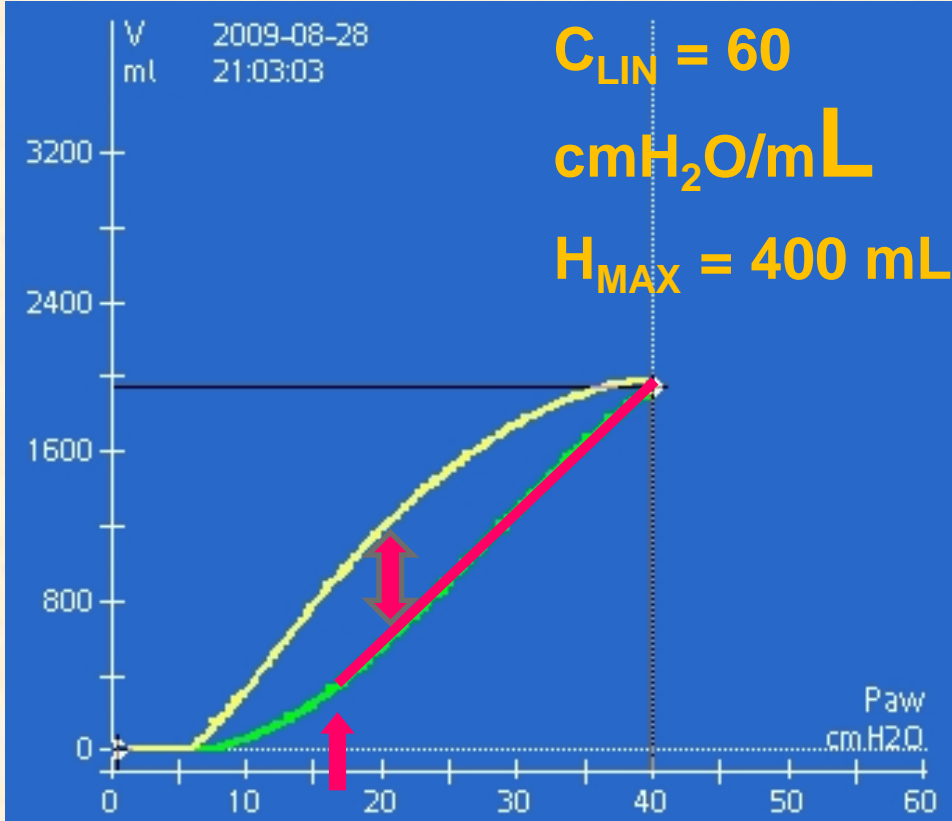
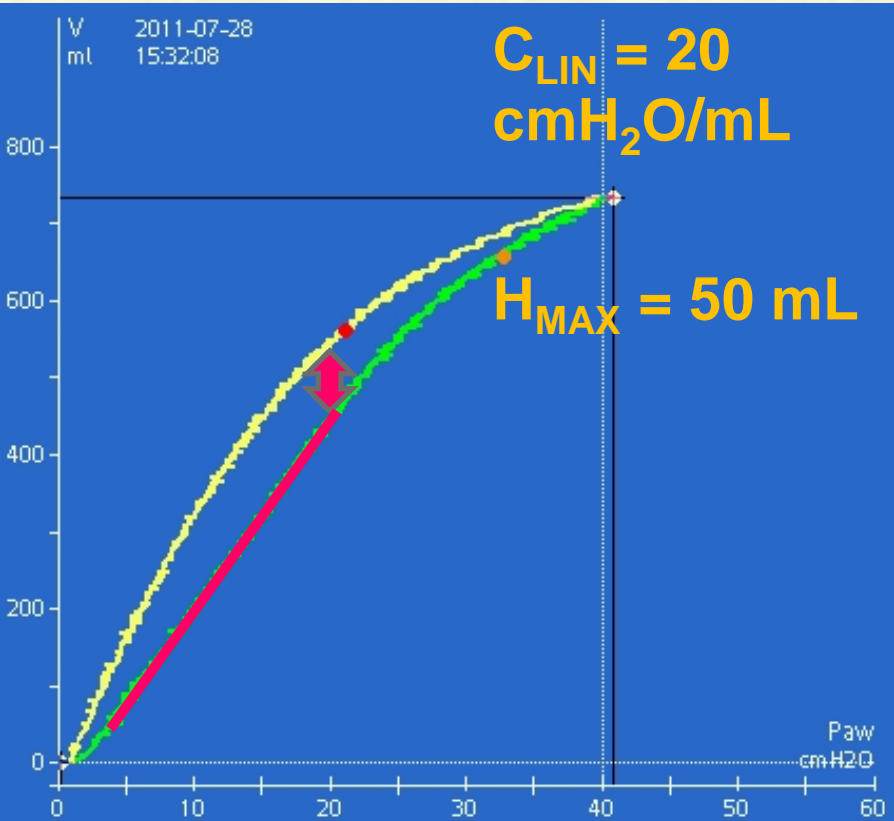
Маневр P/V Tool: малорекрутабельные легкие (клинич. случай)



Оценка рекрутабельности по гистерезису, линейному комплайнсу и наличию нижней точки перегиба

0 cmH2O 2 cmH2O/s 40 cmH2O 0 s 0 cmH2O

Pstart Ramp speed Ptop Tpause End PEEP



Оценка рекрутабельности

Низкая
рекрута-
бельность

Хорошая
рекрута-
бельность

Нижняя точка (LIP)

Нет

Есть

Линейная податливость

Низкая

Высокая

Гистерезис

Низкий

Высокий

Koefoed-Nilsen, Critical Care 2008;
Demory. Int Care Med 2008

Тактика в зависимости от рекрутабельности

Низкая
рекрута-
бельность

Хорошая
рекрута-
бельность

- 80% пациентов с ранним ОРДС рекрутабельны

Hodgson. J Intensive Care
Med 2011

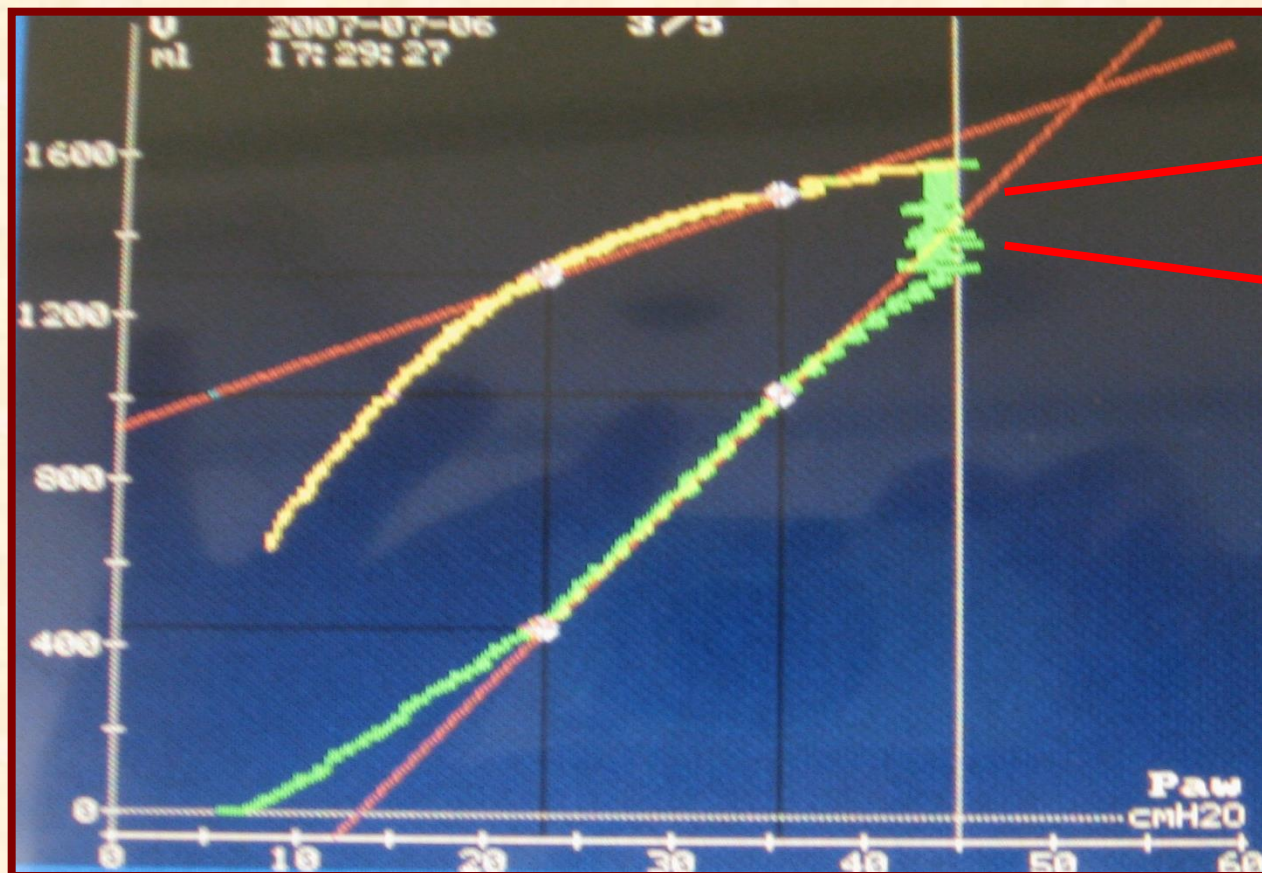
- Не проводить рекрутмент
- Низкий РЕЕР:
6 – 9 смH₂O
 - ЭКМО?

- Провести рекрутмент
- Титровать высокий РЕЕР:
> 10 смH₂O (Ptp)

Grasso. J Int Care

Med 2012; J-M Arnal, ESICM
2012; Gattinoni, NEJM 2006

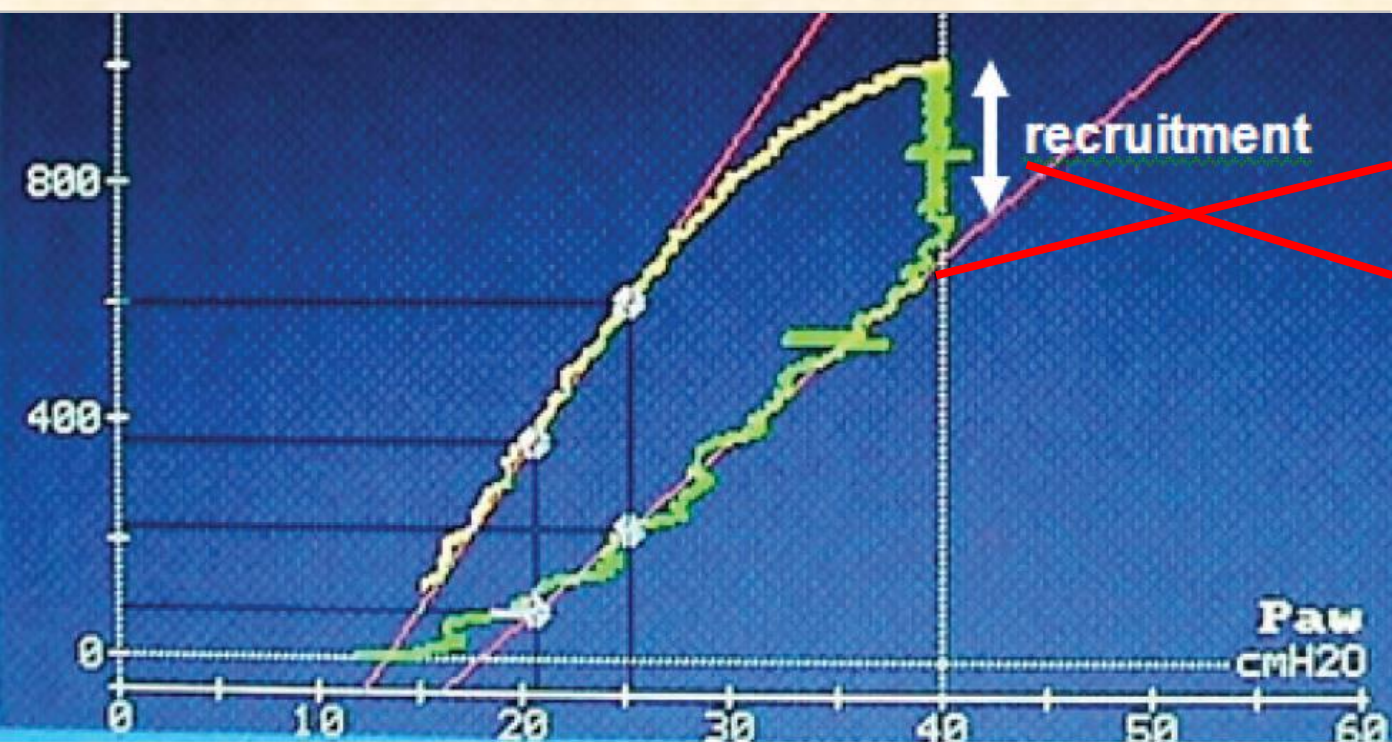
PV Tool: Прием рекрутмента с удержанием давления



- P_{top} 40-45 cmH₂O
- T_{pause} 10-30 sec

D.Demory. Int Care Med 2008

PV Tool: Прием рекрутмента с удержанием давления



■ Ptop 40-45 cmH2O

■ Tpause 20 sec

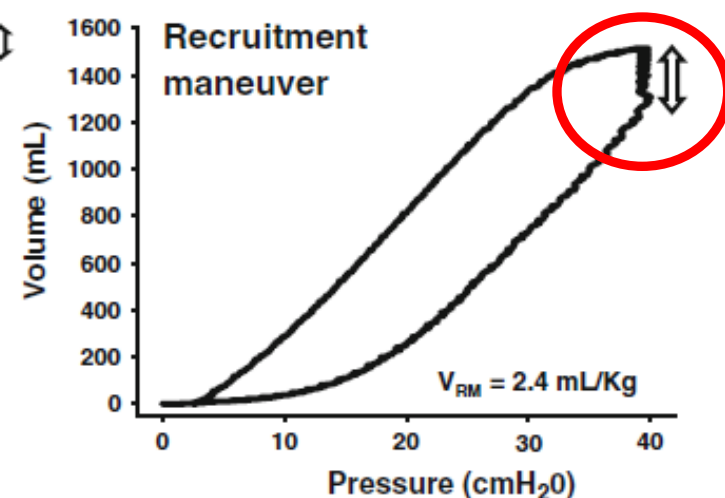
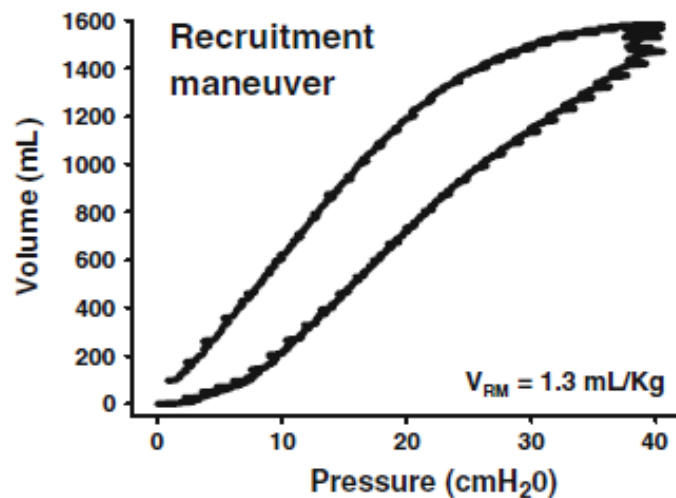
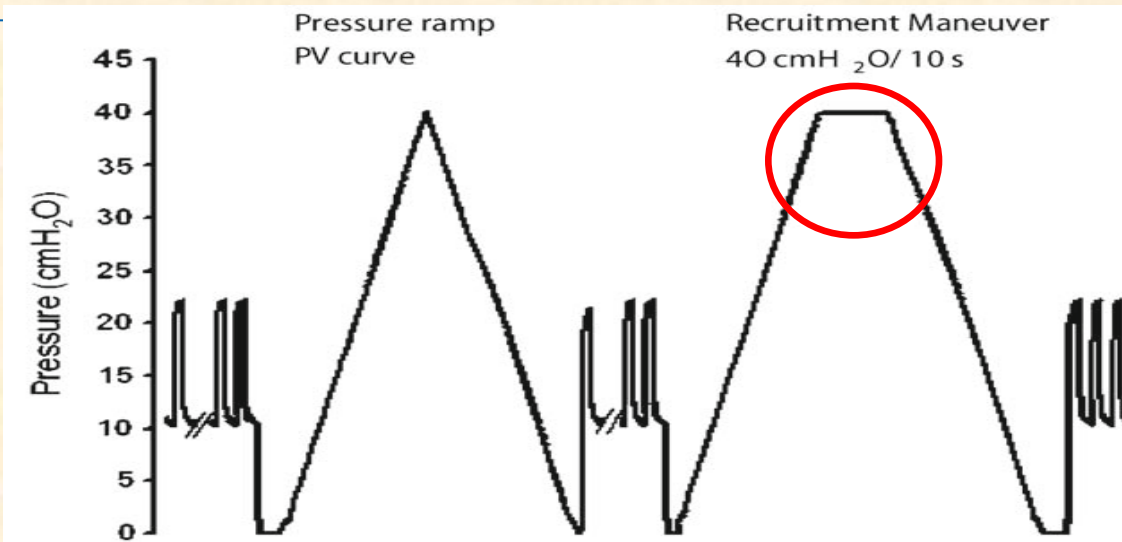
D.Demory. Int Care Med 2008

D.Grooms Respir Care 2011

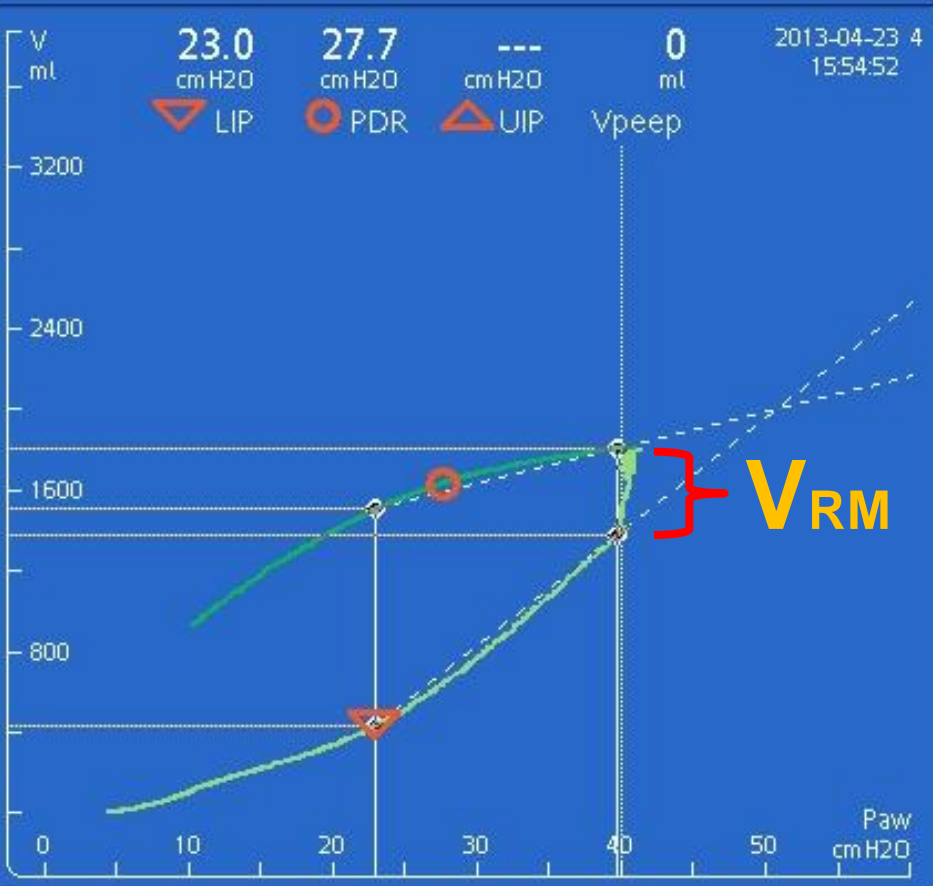
Оценка эффективности рекрутмента

- Газообмен: $\uparrow(\text{SaO}_2)\text{PaO}_2$ и $\downarrow\text{PaCO}_2$
Gattinoni. N Engl J Med 2006
- Легочная механика: PV кривая, податливость
Aboab. Intensive Care Med 2006
- Визуализация: КТ, EIT, эхо
Borges. Am J Respir Crit Care Med 2006
Lowhagen. Minerva Anesthesiol 2010
Bouhemad. Am J Respir Crit Care Med 2011
- Объем рекрутмента Demory. Int Care Med 2008

PV tool: Удержание давления и объем рекрутмента



Эффективный рекрутмент: увеличение объема во время удержания давления



Reference 4 / 4

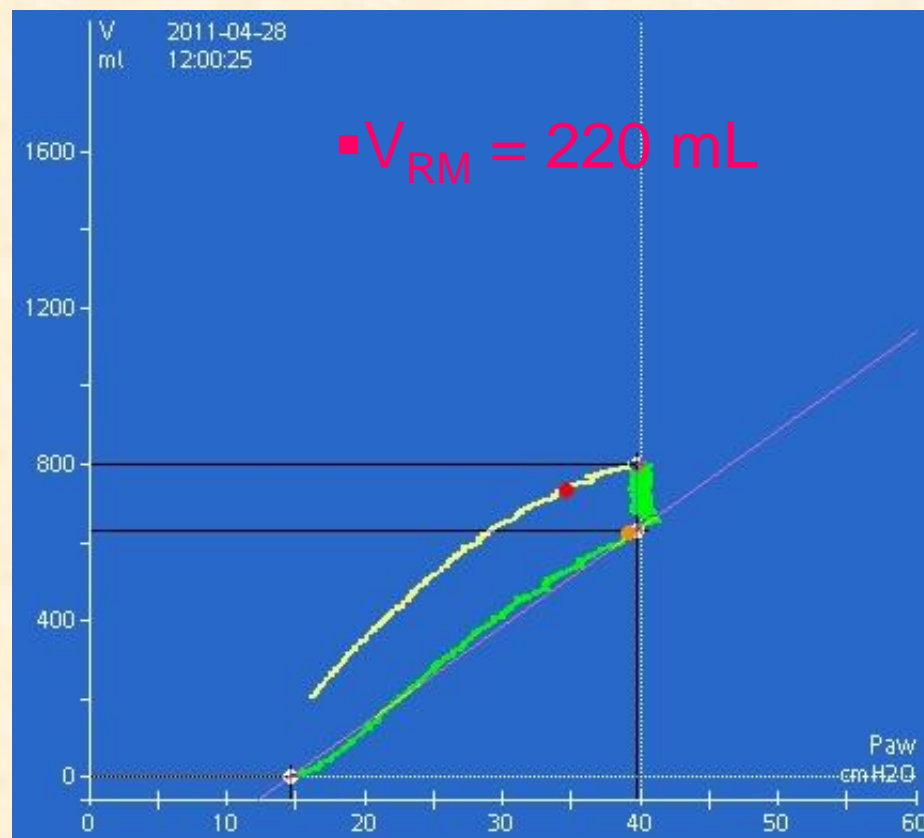
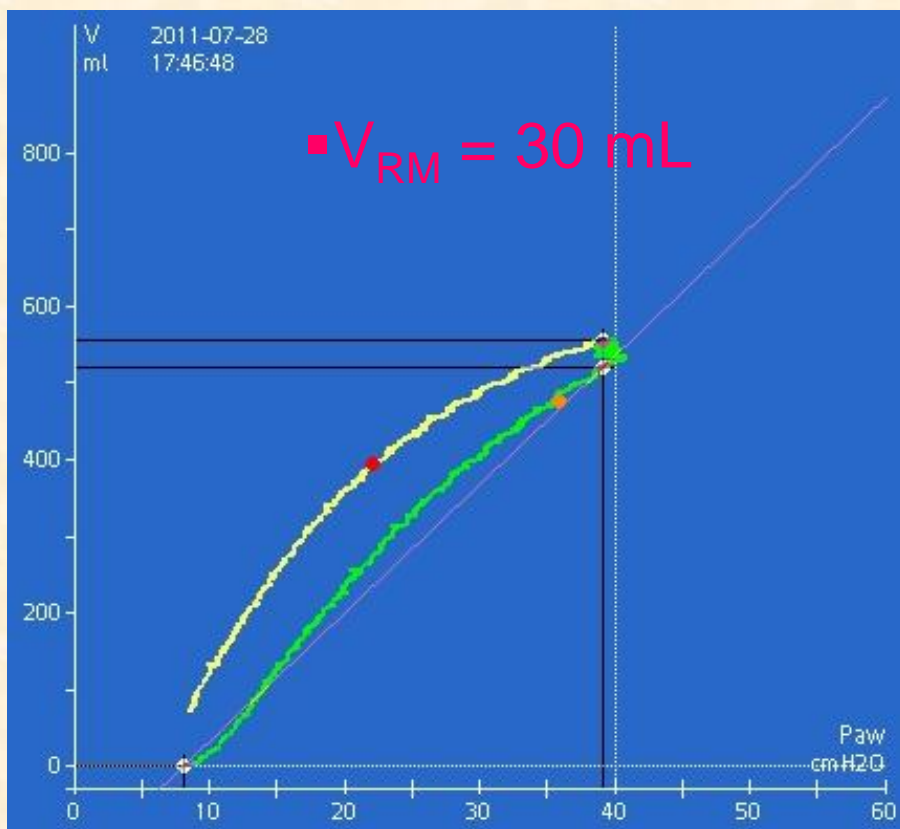
	Inflation	Deflation	Paw
Cursor 1	432 ml	1506 ml	23 cmH2O
Cursor 2	1381 ml	1804 ml	40 cmH2O
Compliance cursors	56.8 ml/cmH2O	17.8 ml/cmH2O	

Current Settings

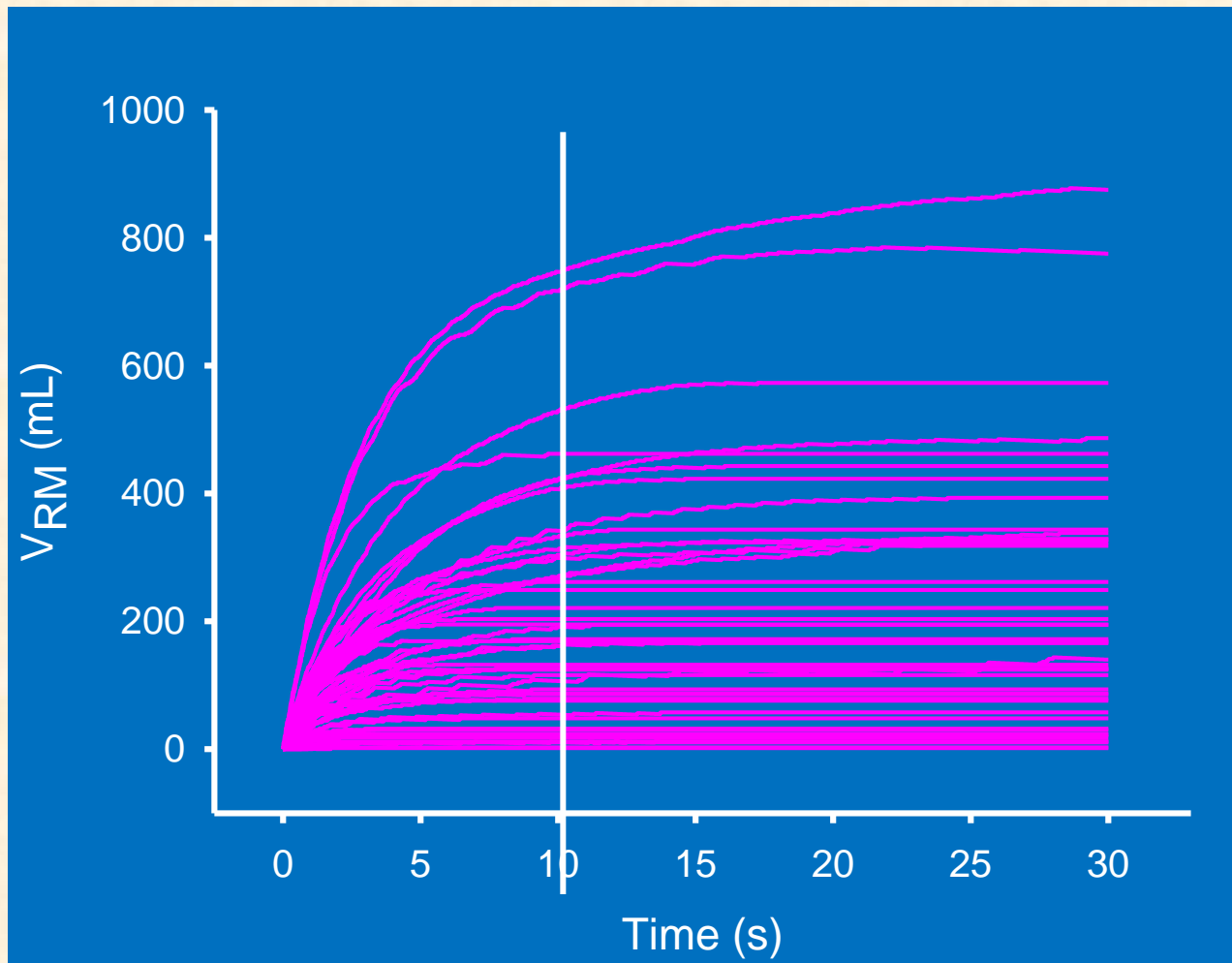
4 Pstart cmH2O	40 Ptop cmH2O	10 End PEEP cmH2O	23 Tmaneuver s
5 Ramp Speed cmH2O/s	10 Tpause s		

Settings Start/Stop Maneuver

Оценка эффективности рекрутмента по VRM



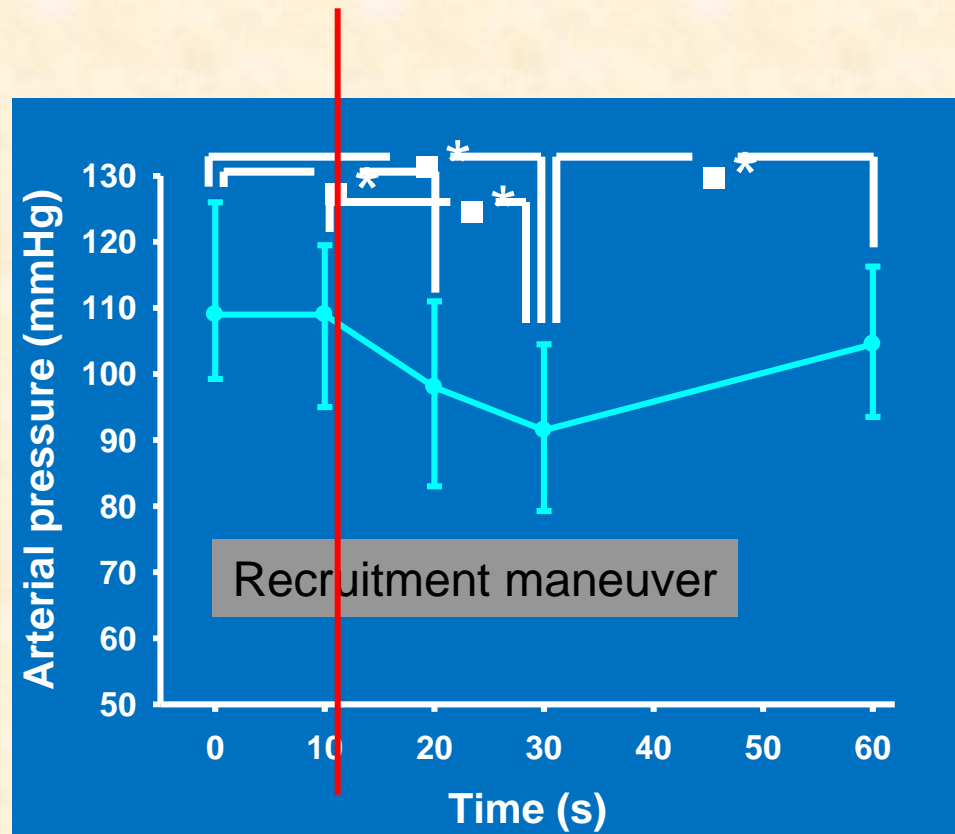
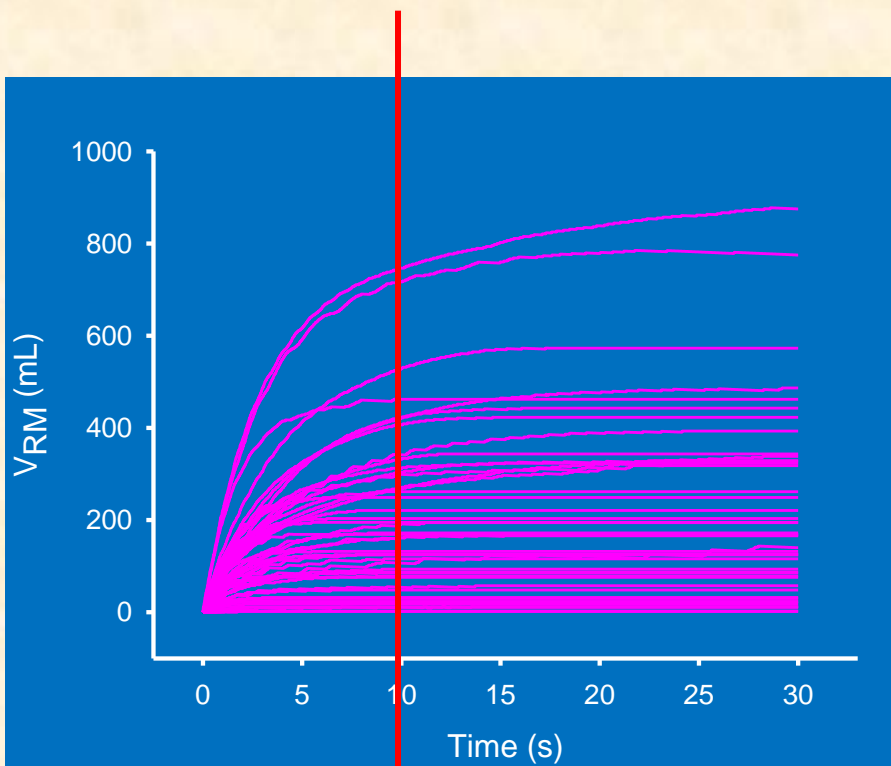
Время удержания давления и объем рекрутмента



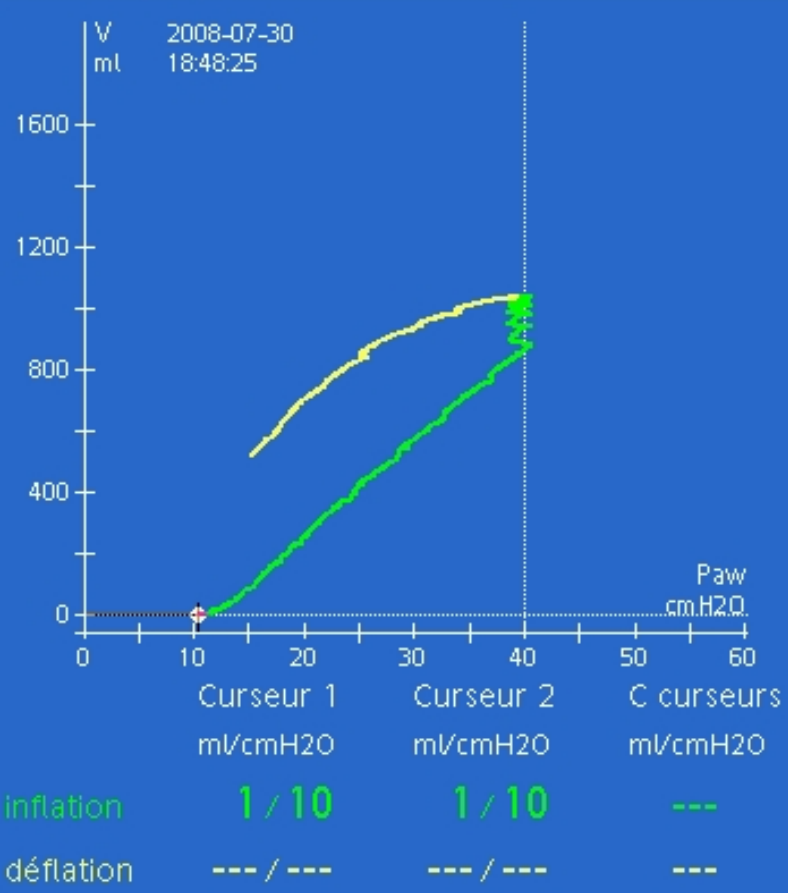
n= 50

Время удержания давления и гемодинамика

Трауза 10 сек



P/V Tool и рекрутмент: удержание давления 40 смH2O - 10 сек + PEEP



PEP fin = nouvelle PEP après la manoeuvre.
 Valider en appuyant sur la molette si :

- P fin sup à 40 cmH2O, ou
- T pause sup à 5 s

10
cmH2O

P départ

5
cmH2O/s

Pente

40
cmH2O

P fin

10
s

T pause

15
cmH2O

PEP fin

Curseur 1

◀

Curseur 2

▶

Historique
3 / 3

21 s Durée totale

Dép./Arrêt

J-M.Arnal. Intensive Care Med 2011

Кривая P/V: максимальный гистерезис для установки РЕЕР ?

Maximal hysteresis: a new method to set positive end-expiratory pressure in acute lung injury?

J. KOEFOED-NIELSEN^{1,2}, G. ANDERSEN³, A. BARKLIN¹, A. BACH¹, S. LUNDE¹, E. TØNNESEN¹ and A. LARSSON^{1,2}

¹Clinical Institute, Aarhus University Hospital, Skejby, Denmark, ²Department of Anesthesia and Intensive Care, Aarhus University Hospital, Aalborg, Denmark and ³Department of Radiology, Aarhus University Hospital, Skejby, Denmark

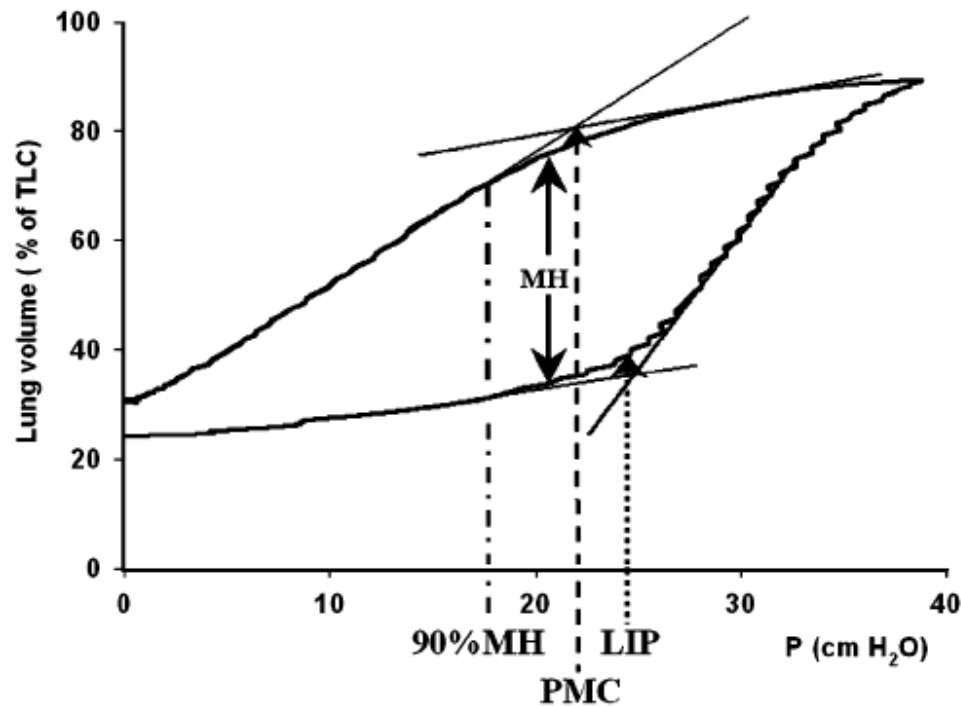


Fig. 1. A pressure-volume loop from an animal after lung lavage. The methods for obtaining lower inflexion point (LIP), point of maximum curvature (PMC) and 90% of maximal hysteresis (90%MH) are depicted.

■ Acta Anaesthesiol Scand 2008;
52: 641-649

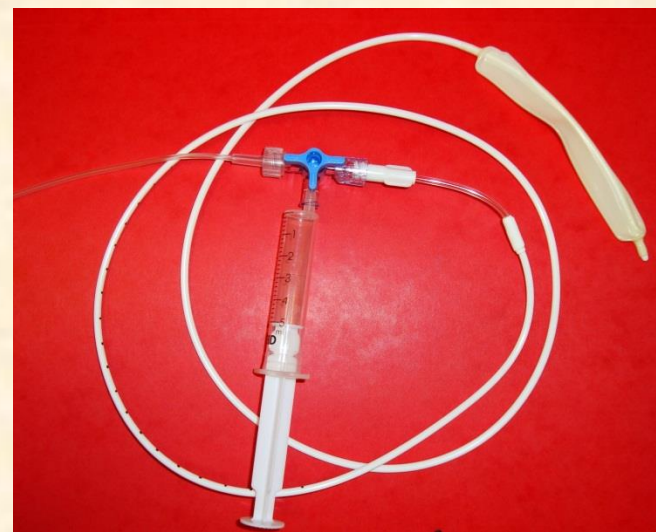
P/V Tool Pro: PEEP по максимальному гистерезису



■ Personal data from Dr J-M Arnal

Рекрутмент и транспульмонарное давление (P_{TP})

- Помогает индивидуально установить давление рекрутмента:
 - $P_{TP\ Insp}$ инспираторное: \approx до 25 cmH_2O
- PEEP после рекрутмента:
 - $P_{TP\ end\ exp}$ экспираторное:
0 – 5 cmH_2O

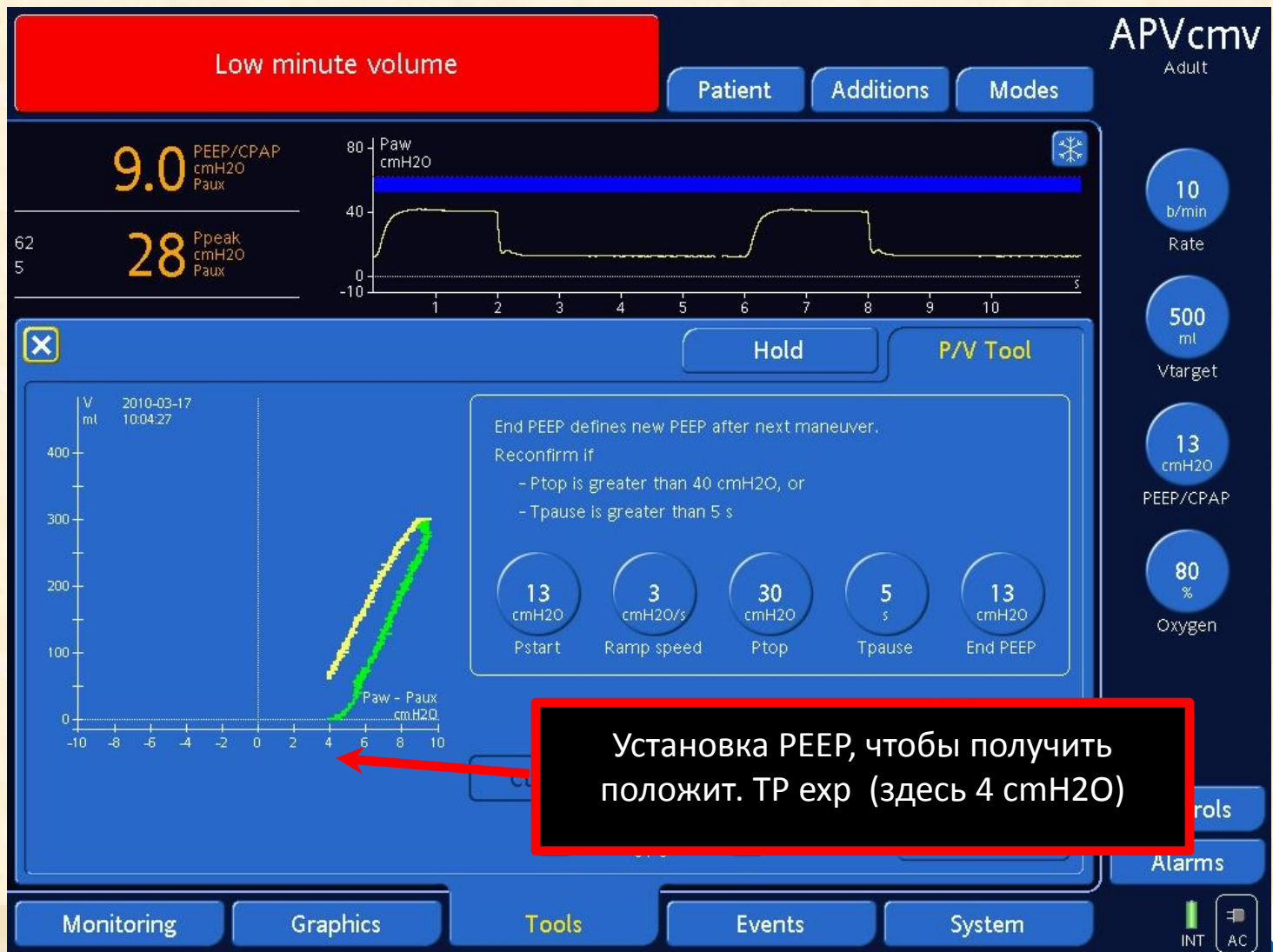


P/V Tool и транспульмонарное давление: установка PEEP



TP exp - 4 cmH2O при PEEP 5 cmH2O

P/V Tool и транспульмонарное давление: установка PEEP



Маневр P/V Tool как прием рекрутмента: заключение

- Полностью автоматический прием
- 2 фазы: инспираторная и экспираторная
- Низкопоточковый, с контролируемой скоростью увеличения/снижения давления
- Помогает оценить рекрутабельность легких (гистерезис)
- Обеспечивает прием рекрутмента (давление-время)
- Оценивает эффективность рекрутмента (V_{RM})
- Помогает установить PEEP после рекрутмента (гистерезис, $P_{tp\ exp}$)
- Базируется на основе научных данных



Спасибо

за

ВНИМАНИЕ