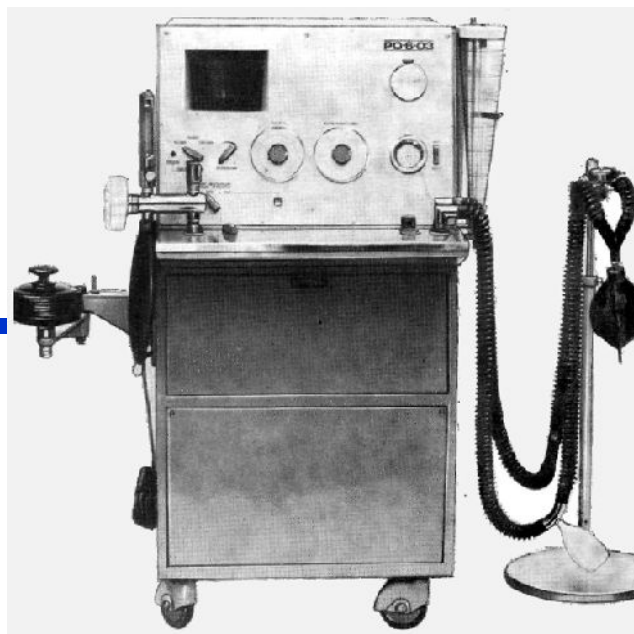


# ИВЛ во время анестезии.

## Все ли так просто, как кажется ?

Хабаровск



30 марта 2017 г.

Аксельрод Б.А.



Российский Научный Центр Хирургии  
им. акад. Б.В. Петровского  
МГМСУ им. А.Е. Евдокимова



# Основные причины нарушения функции легких в периоперационном периоде

- ☐ Последствия оперативного вмешательства
- ☐ Хронические заболевания  
(сердечно-сосудистой системы , почек и др.)
- ☐ Исходная патология легких
- ☐ Интраоперационная ИВЛ
- ☐ Непосредственное влияние анестезии

**Рост количества осложнений  
и ухудшение результатов  
хирургического лечения**

# Независимые факторы риска

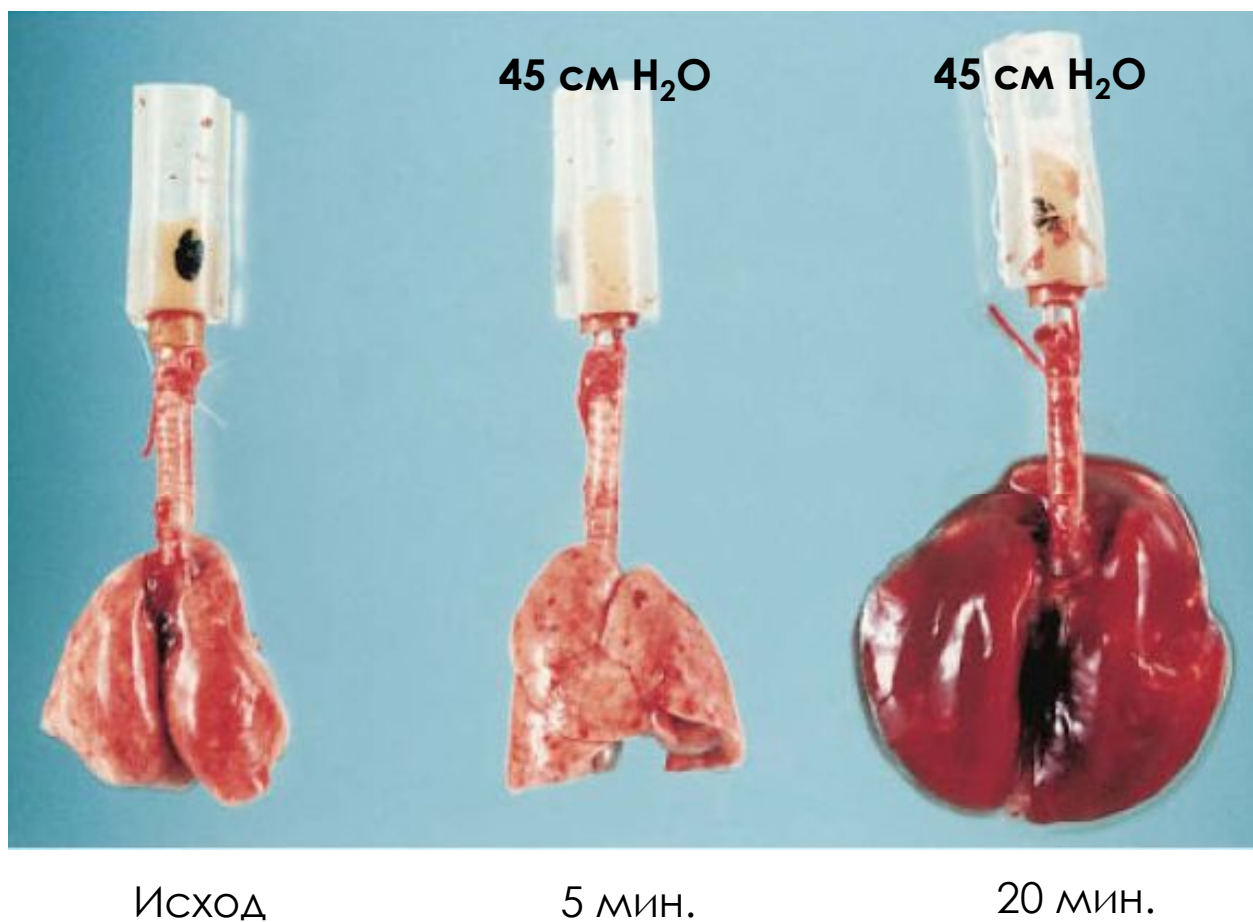
Факторы риска	Отношение шансов	p
Повреждение диафрагмального нерва	4,59	0,004
Возраст старше 65 лет	3,31	0,003
Послеоперационная ОПН	3,21	0,007
Продолжительность ИК	3,15	0,017
Предоперационная ХСН	2,95	0,013
<b>Низкое исходное PaO<sub>2</sub></b>	<b>0,67</b>	<b>0,024</b>

Qiang J., 2013 n=**2056**, кардиохирургические операции с ИК

# Вентилятор-индуцированное повреждение легких

- Начинается во время вводной анестезии
  - Циклическое открытие и закрытие нестабильных альвеол и респираторных бронхиол
  - Высокая фракция кислорода
  - Перерастяжение стабильных альвеол
  - ИВЛ с большим ДО, без ПДКВ, с высоким пиковым давлением
- Последствия сохраняются после экстубации

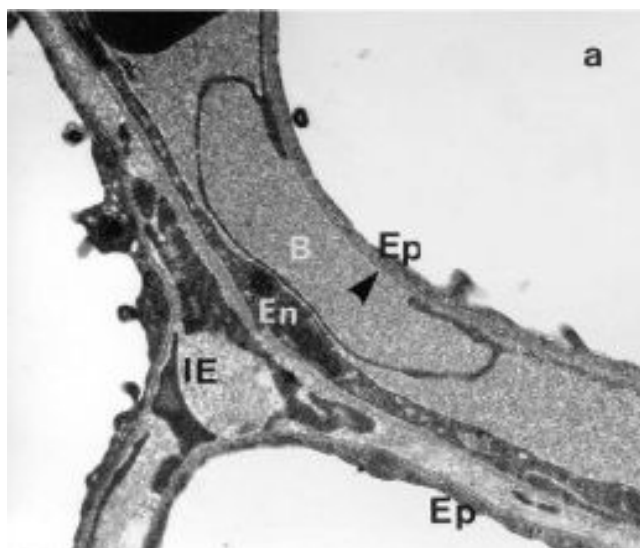
## «ВИПЛ. Уроки экспериментальных исследований»



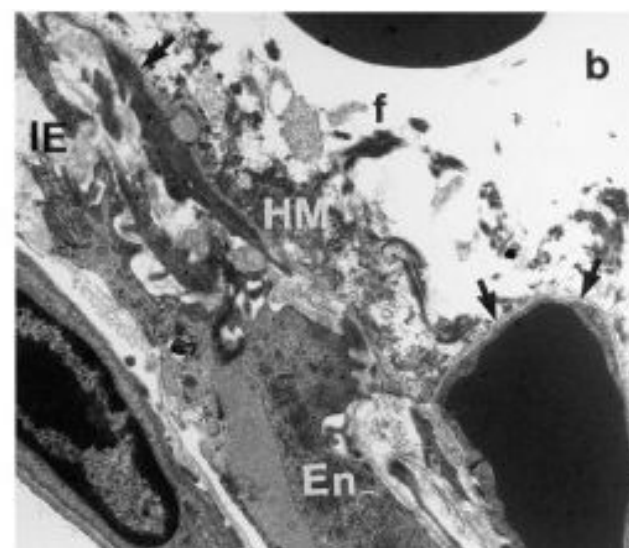
Ventilator-induced Lung Injury. Lessons from Experimental Studies. Deyfuss D., 1998

# Повреждение альвеол высоким давлением

45 см H<sub>2</sub>O

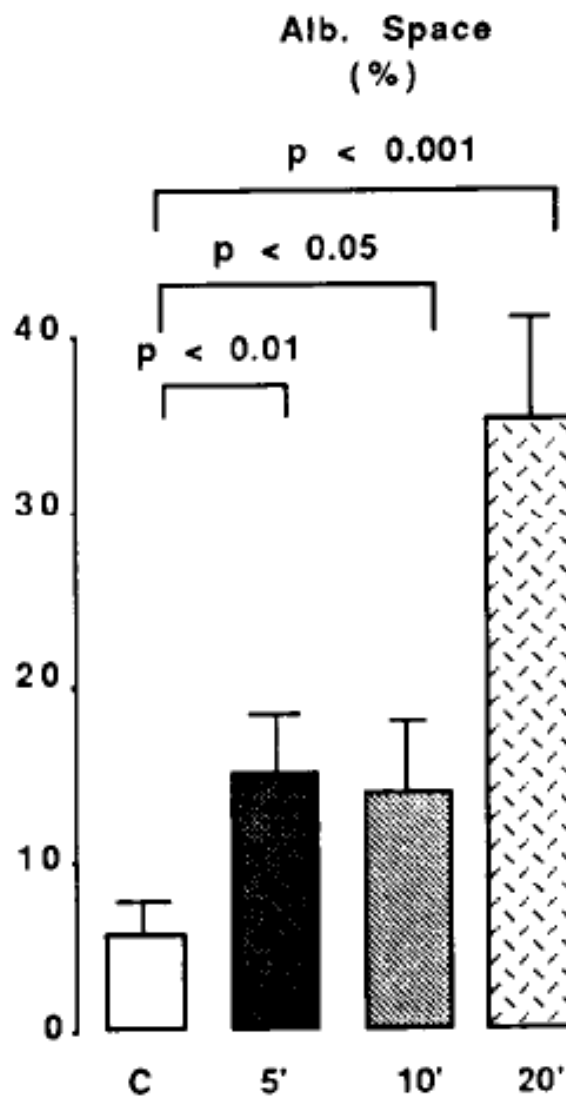


Исход



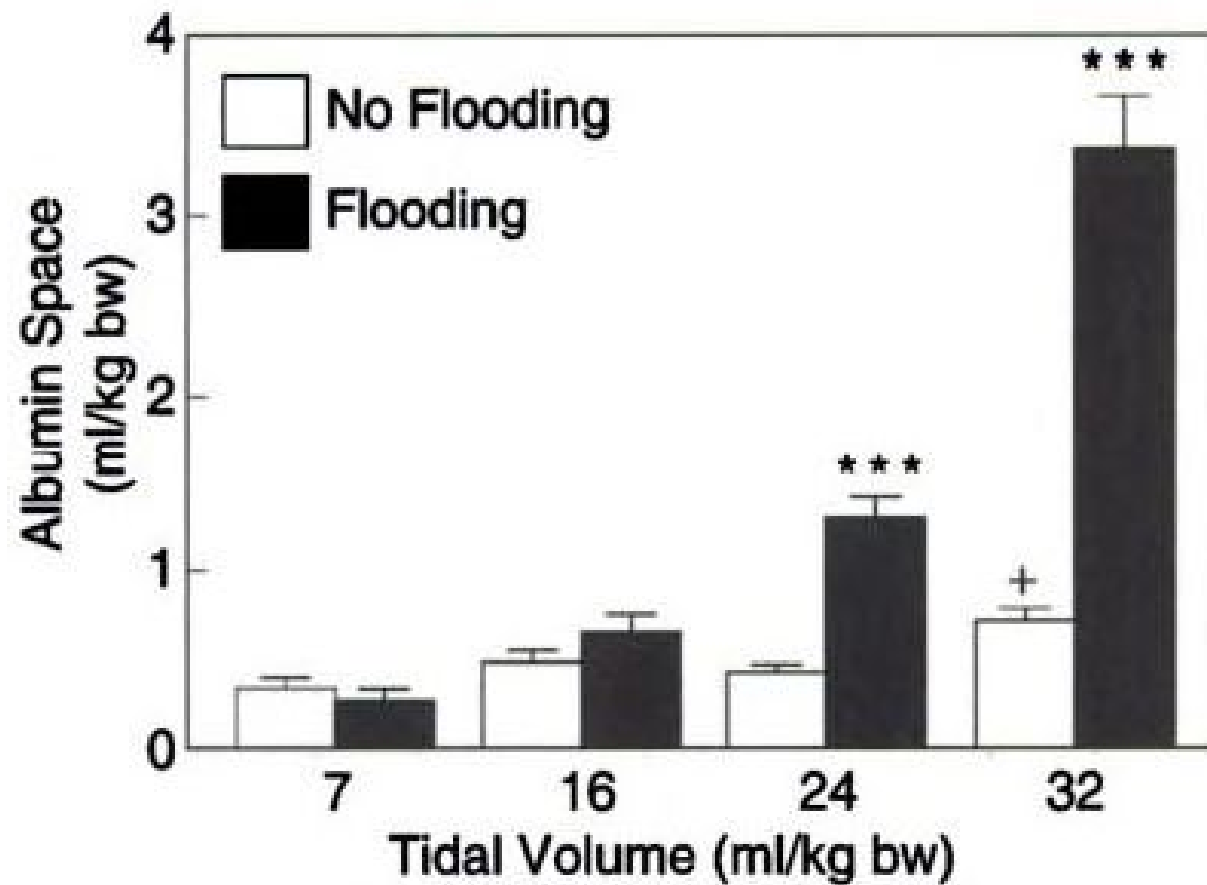
20 мин.

# Вентилятор-индуцированное повреждение легких

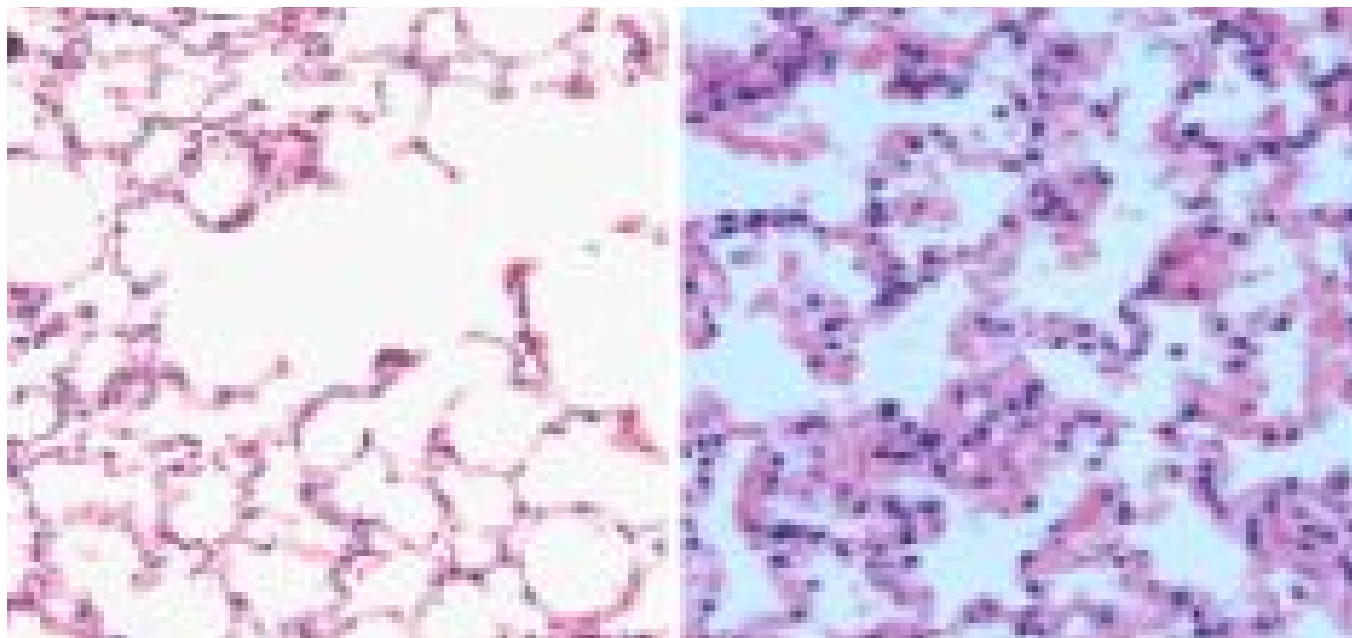


45 cm H<sub>2</sub>O

Для поврежденных легких протекция важнее



# Искусственное кровообращение и легкие

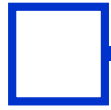


Перед ИК

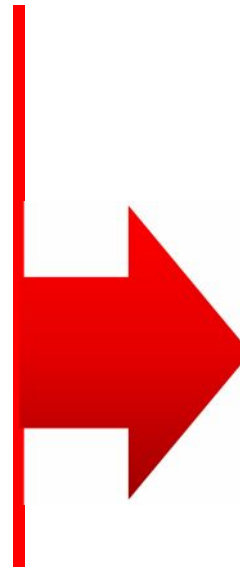
После ИК

# Легочные послеоперационные осложнения

## Причины и следствия



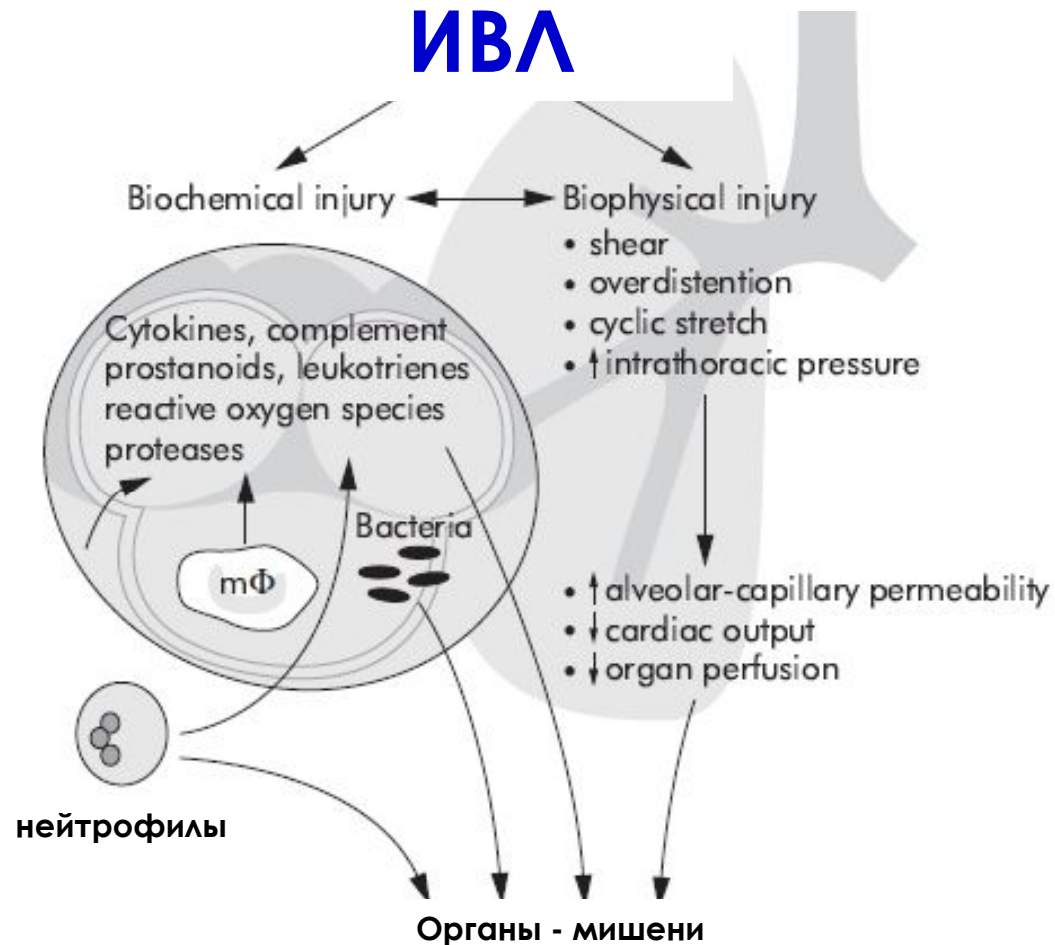
- Исходные факторы риска
- Хирургическая агрессия
- Общая анестезия
- Гемотрансфузия
- Вентилятор –индуцированное повреждение легких (ВИПЛ)



- Нарушения микроциркуляции
- Отек
- Воспаление
- Ателектазы
- Баротравма

# Последствия ВИПЛ ?

## ИВЛ



## Внелегочные осложнения ! ! !

Whitehead T., 2002

# Пути решения проблемы

- Предоперационная подготовка
  - Первичная оценка риска (стандартные тесты, шкалы ?)
    - ХОБЛ, бронхиальная астма
    - Курение
    - Пневмонии
    - Частые инфекции верхних дыхательных путей
    - SpO<sub>2</sub> на воздухе менее 94%
    - ИМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>
    - Данные функции внешнего дыхания
    - Рентгенография

# Вентиляция во время анестезии

- Большинство больных (85%) до сих пор вентилируют с управлением по объему\*
- С ДО более 10 мл/кг – 16-18 % пациентов\*\*
- Без ПДКВ – 81%\*\*\*

\* Jaber S. et al., 2012, **n=2960**, многоцентровое обсервационное  
исследование

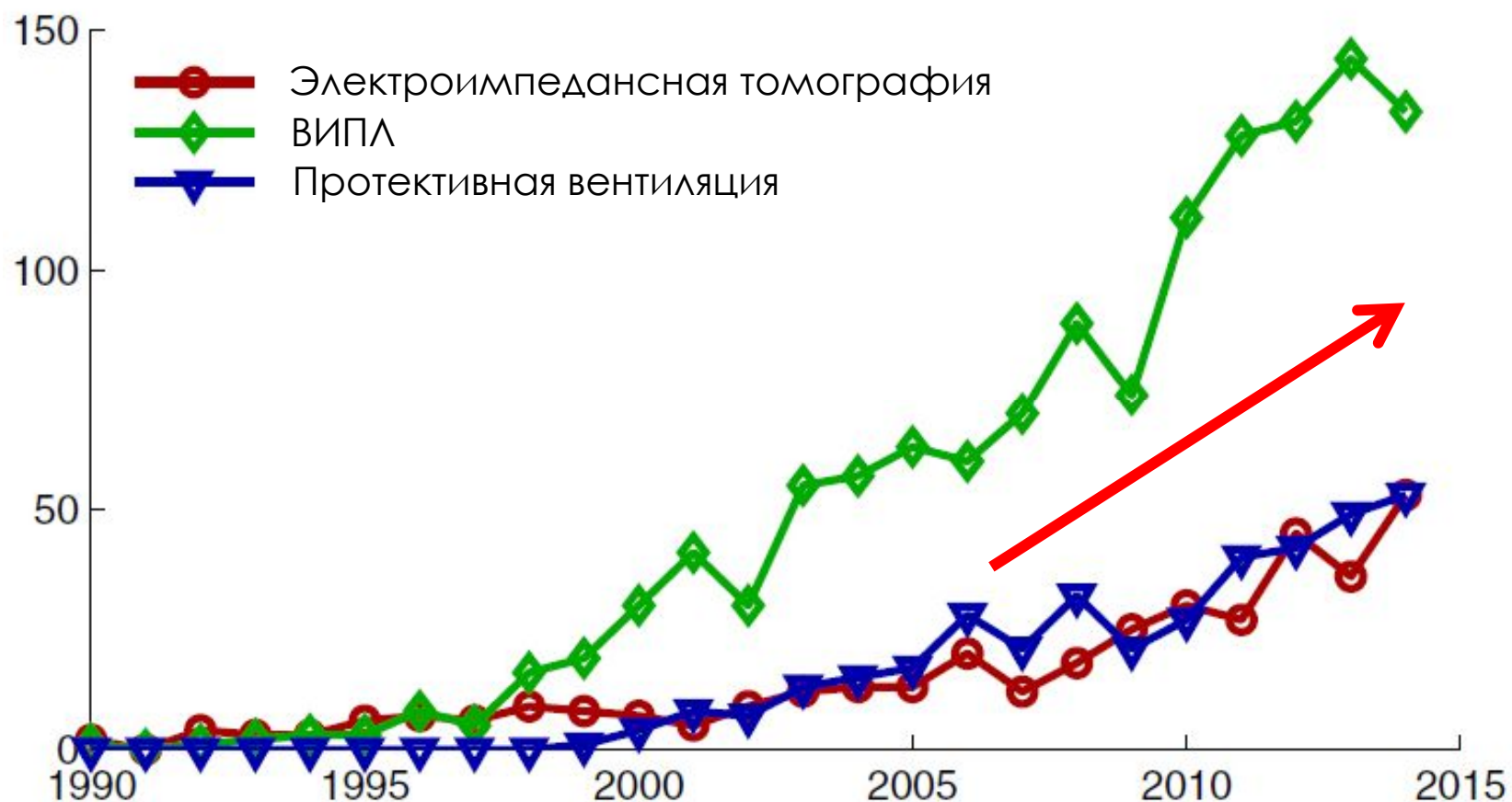
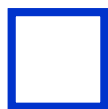
\*\* Hess D. et. al, 2013, **n=45575**, 5 – летнее исследование

\*\*\* Jaber S. et al., 2012, **n=2960**, многоцентровое исследование

# ИВЛ во время анестезии ...



# Количество публикаций



Adler A., 2015; по материалам электронной базы научных знаний, Нью-Йорк, США

# Pulmo VISTA 500

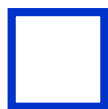


# Импеданс органов грудной клетки

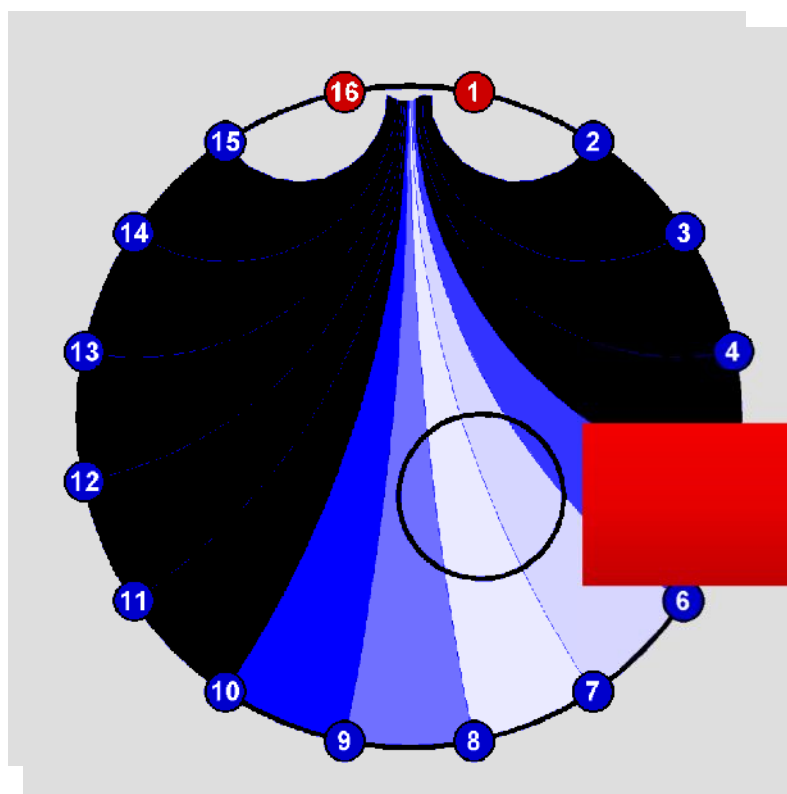


	Импеданс ( $\Omega \times \text{см}$ )
Кровь	150
Сердце	160-430
<b>Легкие (Выдох)</b>	<b>720</b>
<b>Легкие (Вдох)</b>	<b>2360</b>
Жировая ткань	272

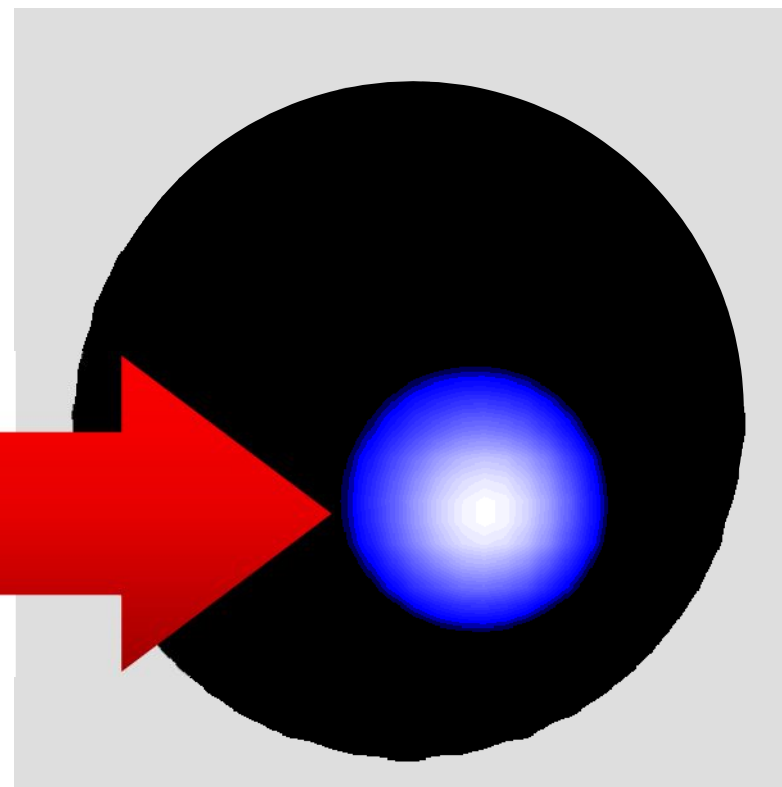
# Электроимпедансная томография



Изменение  
импеданса легких  
при дыхании

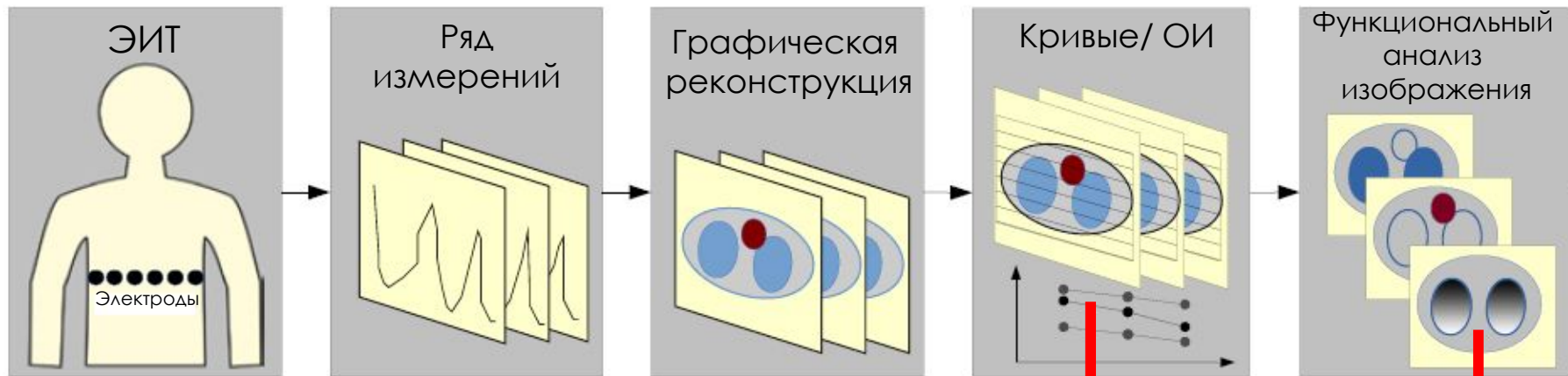
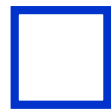


Вентиляция и  
внутрилегочное  
распределение воздуха в



Зона оценки импеданса

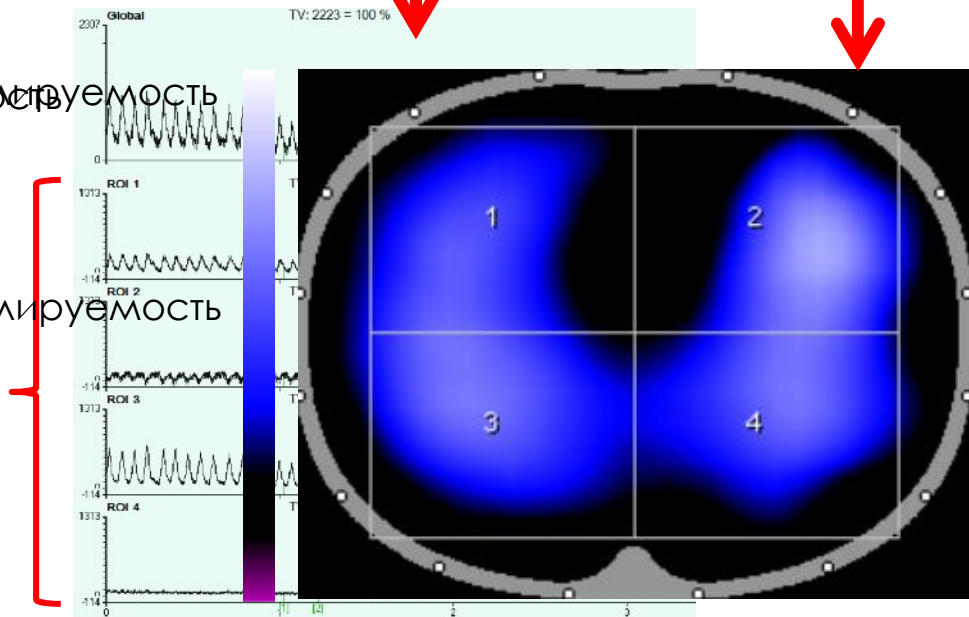
# Анализ данных



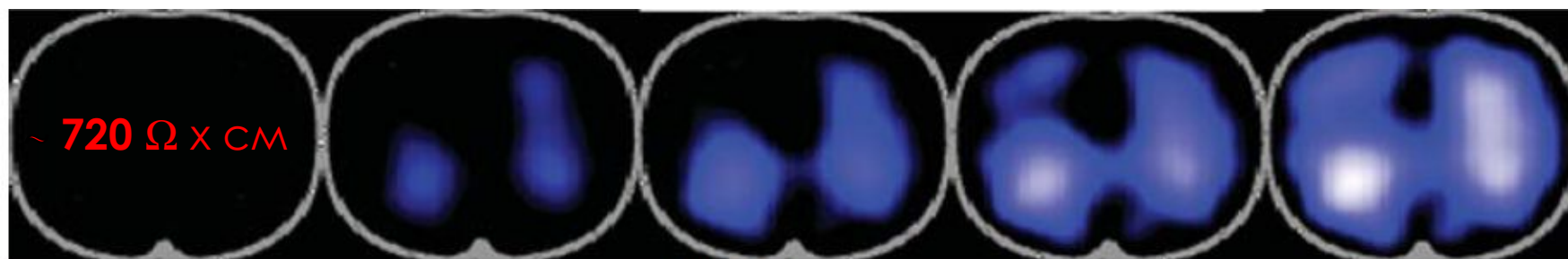
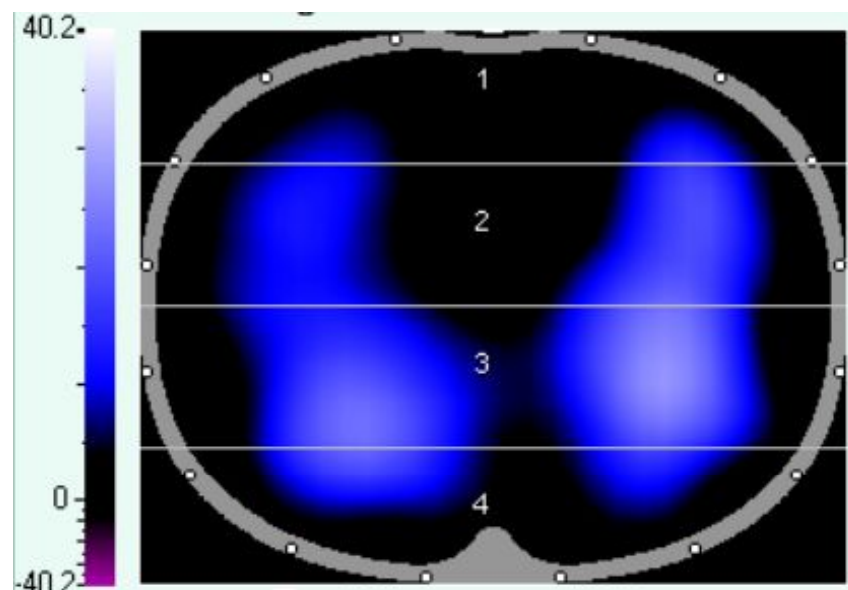
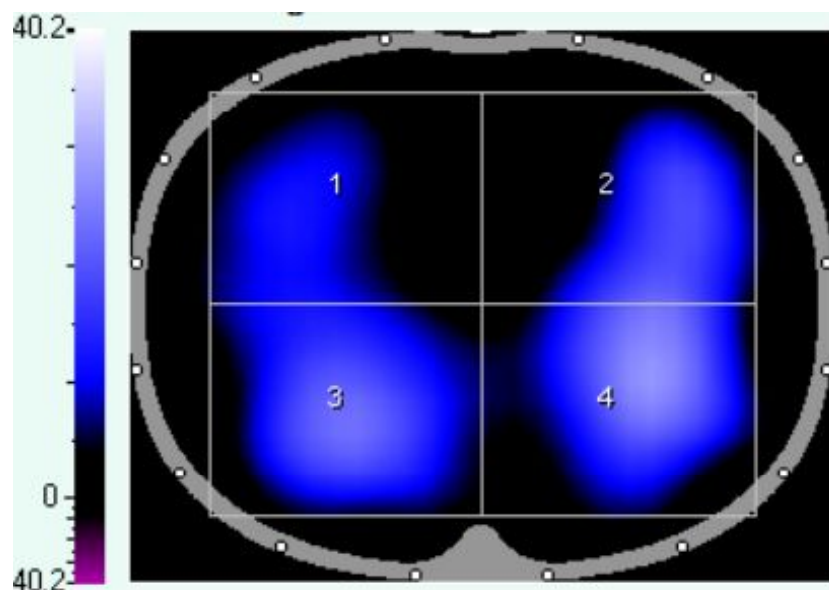
Глобальная вентилируемость

Нормальная вентилируемость

Вентилируемость по областям интереса



# Варианты оценки вентилируемости



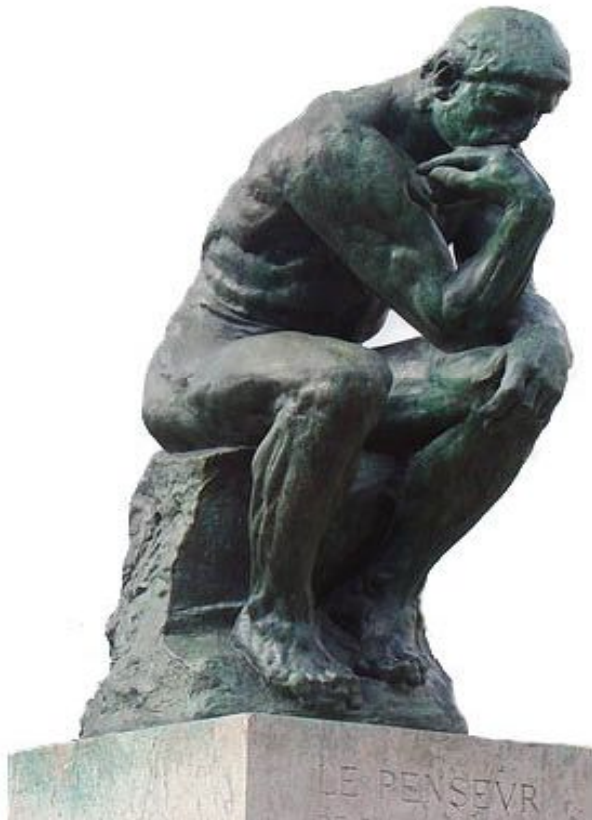
Posterior

End expiration



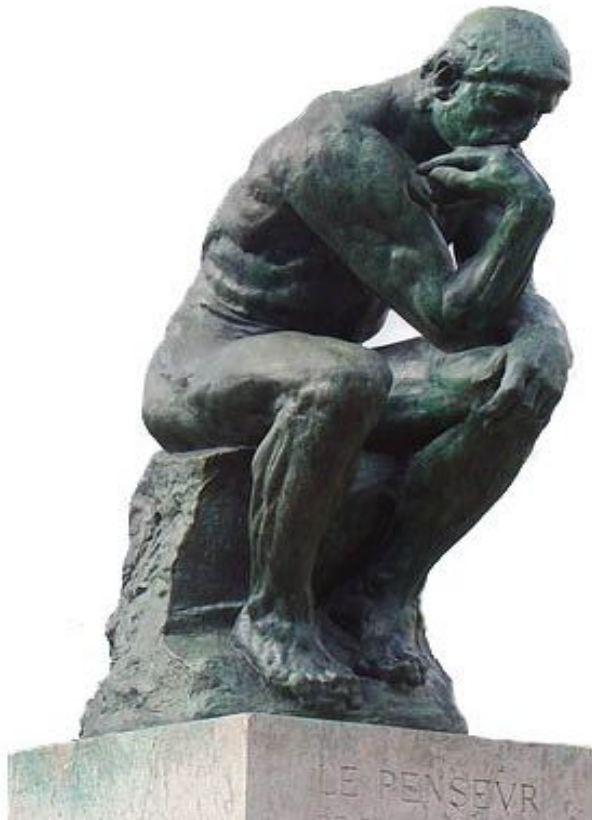
Peak inspiration

# ИВЛ во время анестезии



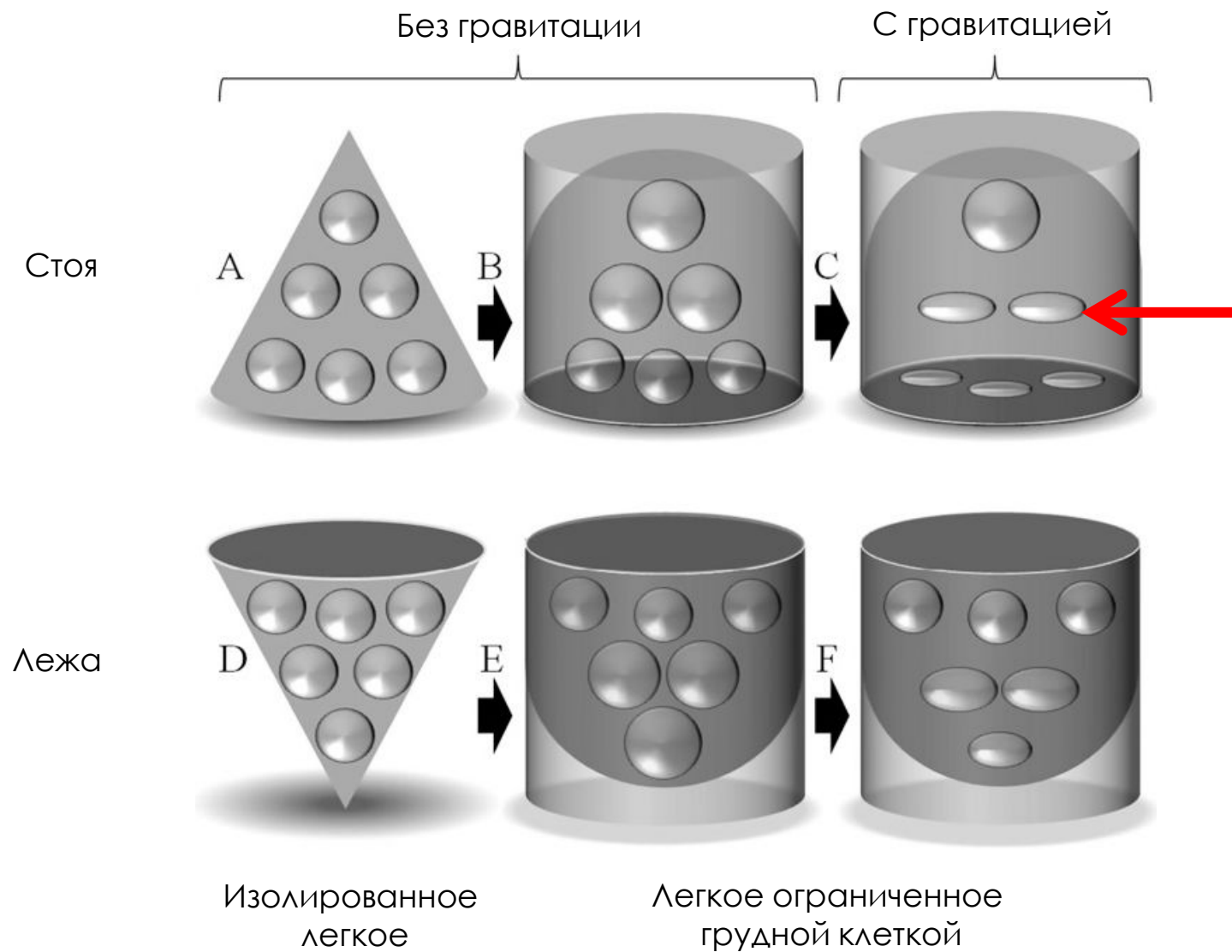
- ☐ Положение тела и вентиляция
- ☐ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ☐ Переход на полную ИВЛ
- ☐ Манжетка !!!
- ☐ Выбор ПДКВ
- ☐ Выбор режима ИВЛ
- ☐ Интраоперационная ФБС

# ИВЛ во время анестезии



- ☐ **Положение тела и вентиляция**
- ☐ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ☐ Переход на полную ИВЛ
- ☐ Манжетка !!!
- ☐ Выбор ПДКВ
- ☐ Выбор режима ИВЛ
- ☐ Интраоперационная ФБС

# Влияние положения тела на воздушность



# Функциональные пробы



Подопытные



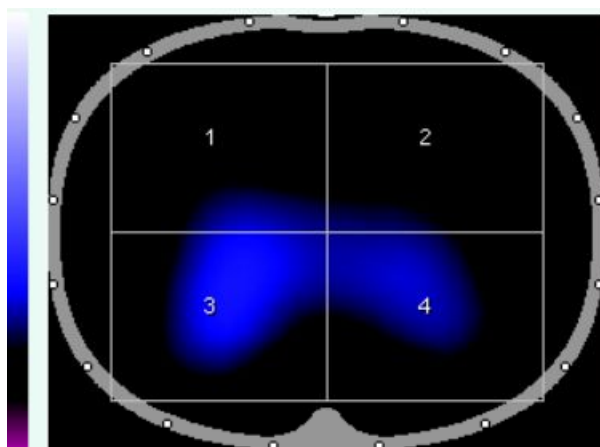
$n=25$



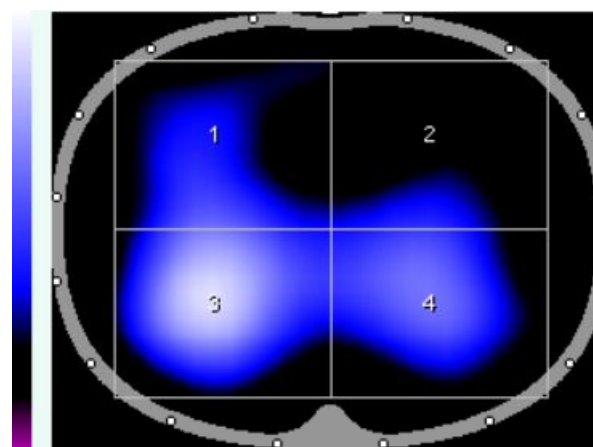
# Влияние положения тела на вентилируемость

Сидя

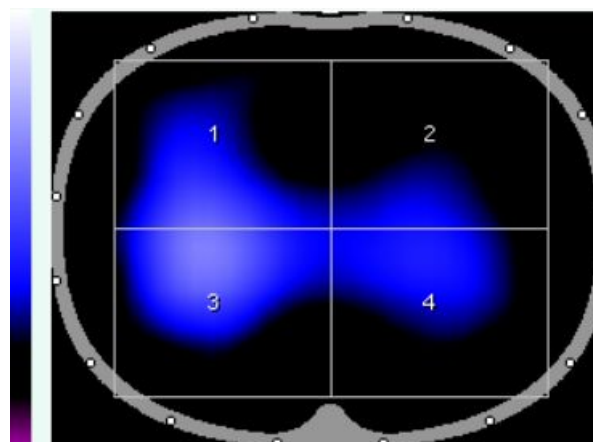
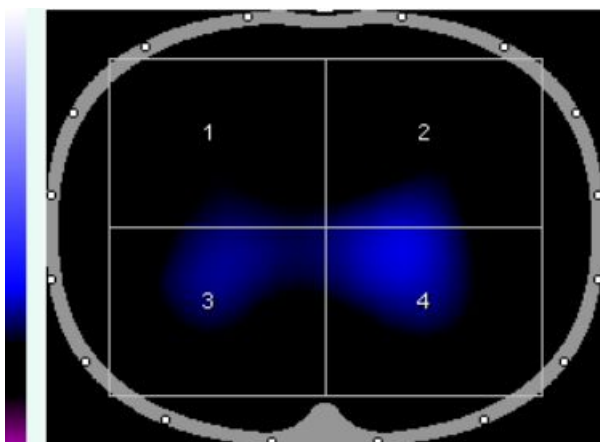
Обычный вдох



Форсированный вдох

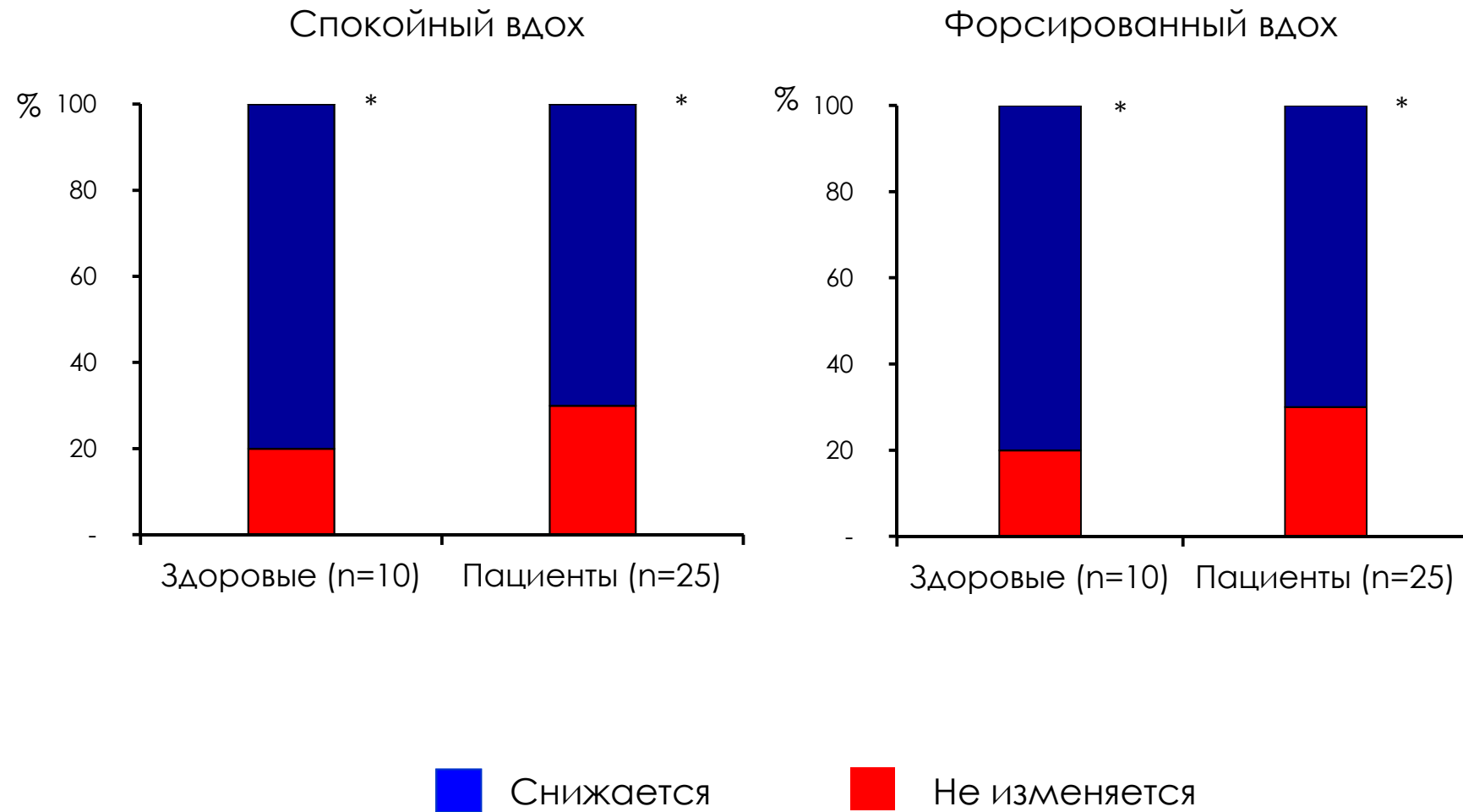


Лежа



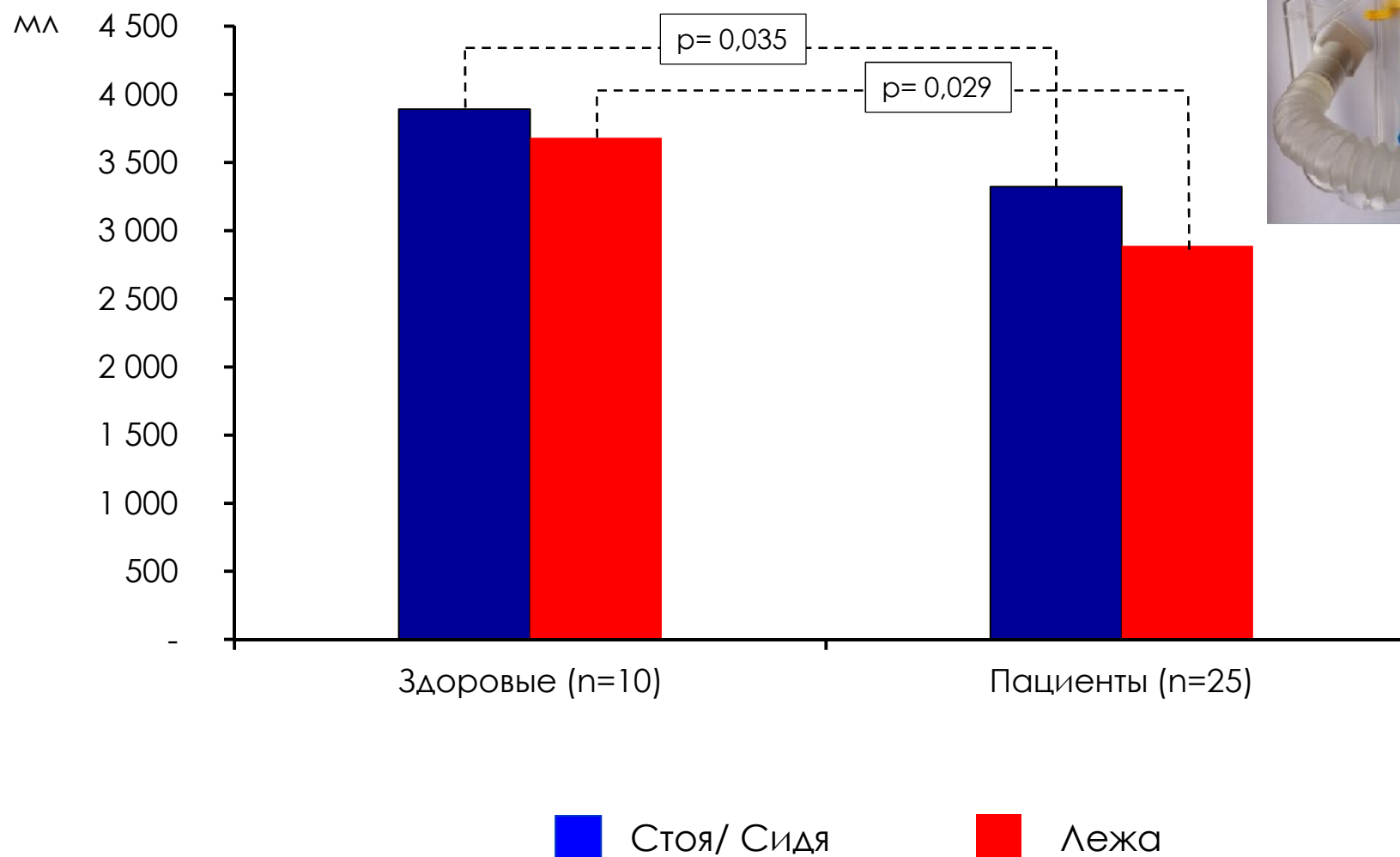
Б-й Г-н, высокий риск легочных осложнений

# Вентилируемость в положении лежа



\*  $p < 0,05$

# Объем форсированного вдоха



# Резюме №1 :

---

Переход в положение лежа  
ощутимо снижает  
вентиляцию

# ИВЛ во время анестезии

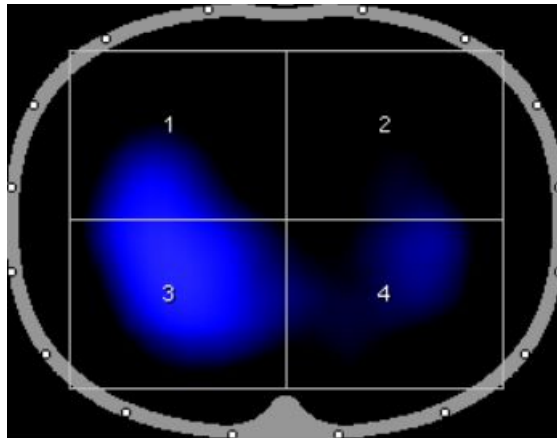


- ☐ Положение тела и вентиляция
- ☐ **Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ**
- ☐ Переход на полную ИВЛ
- ☐ Манжетка !!!
- ☐ Выбор ПДКВ
- ☐ Выбор режима ИВЛ
- ☐ Интраоперационная ФБС

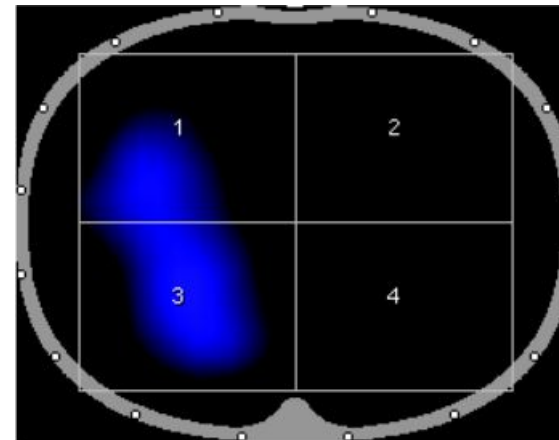
# Влияние седации на воздушность

- У большинства пациентов (72,2%,  $p=0,0067$ ) глобальная вентилируемость на фоне седации снижается

Спонтанное дыхание лежа  
до операции

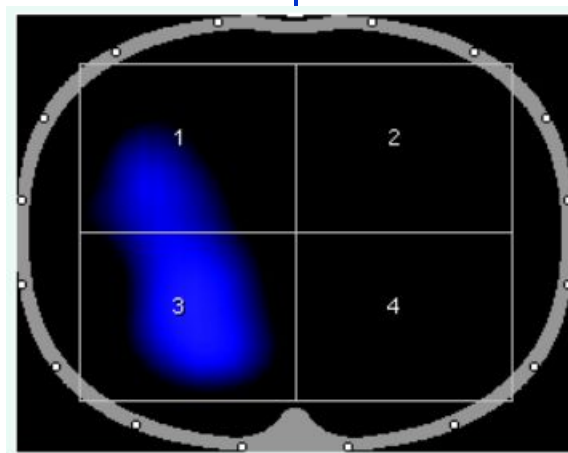
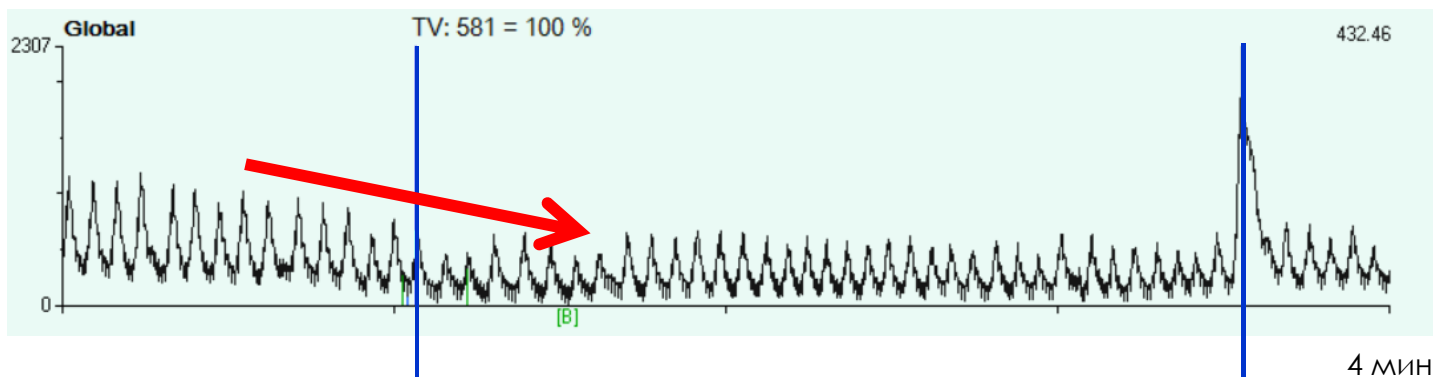


Спонтанное дыхание лежа  
после премедикации

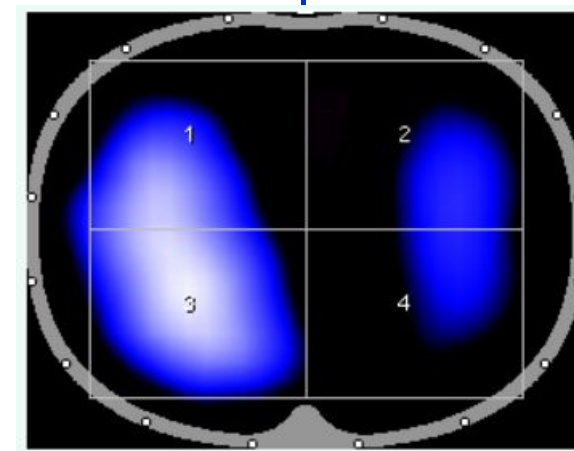


# Мониторинг спонтанного дыхания

Глобальная вентилируемость



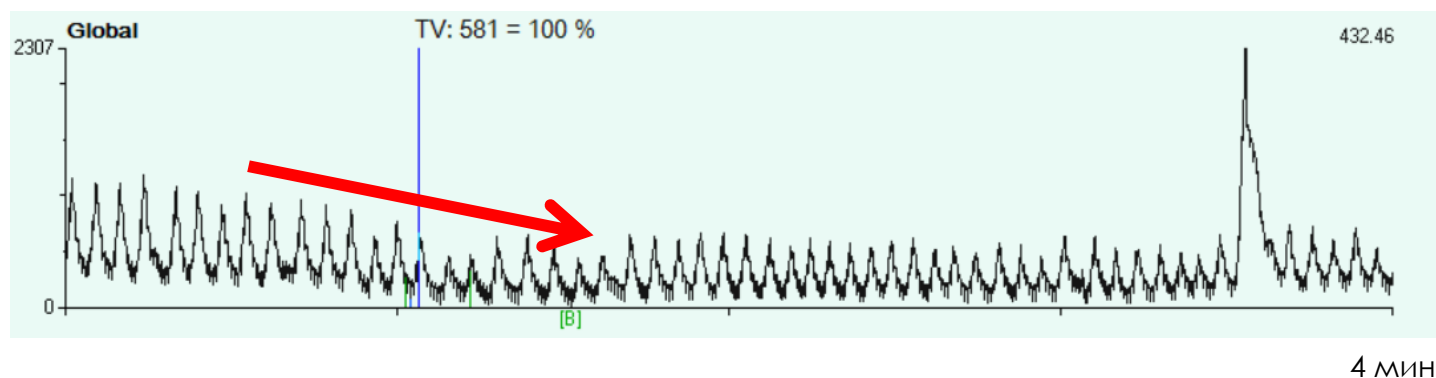
Стандартный вдох



Глубокий вдох

# Мониторинг спонтанного дыхания при седации

Глобальная вентилируемость

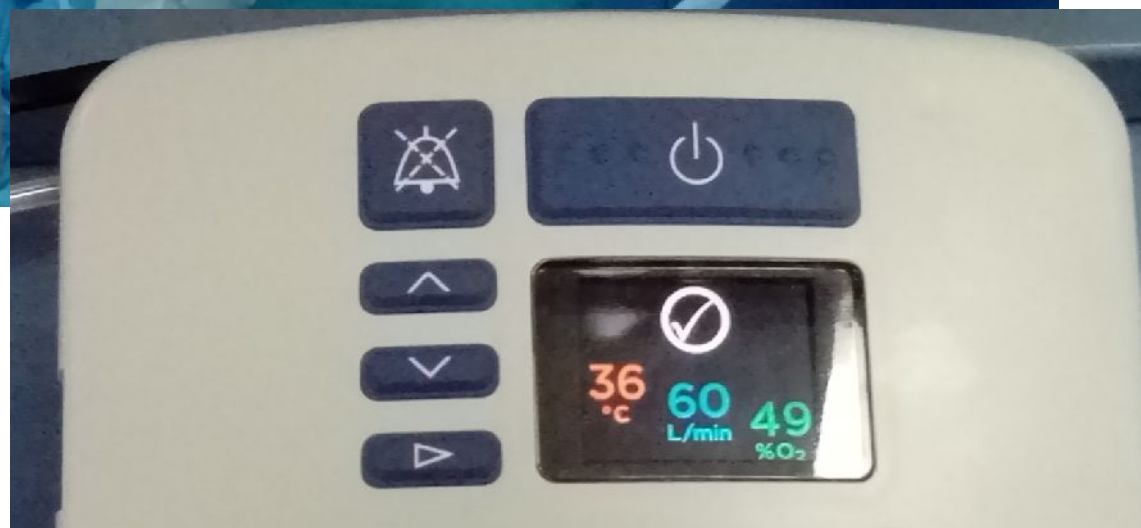
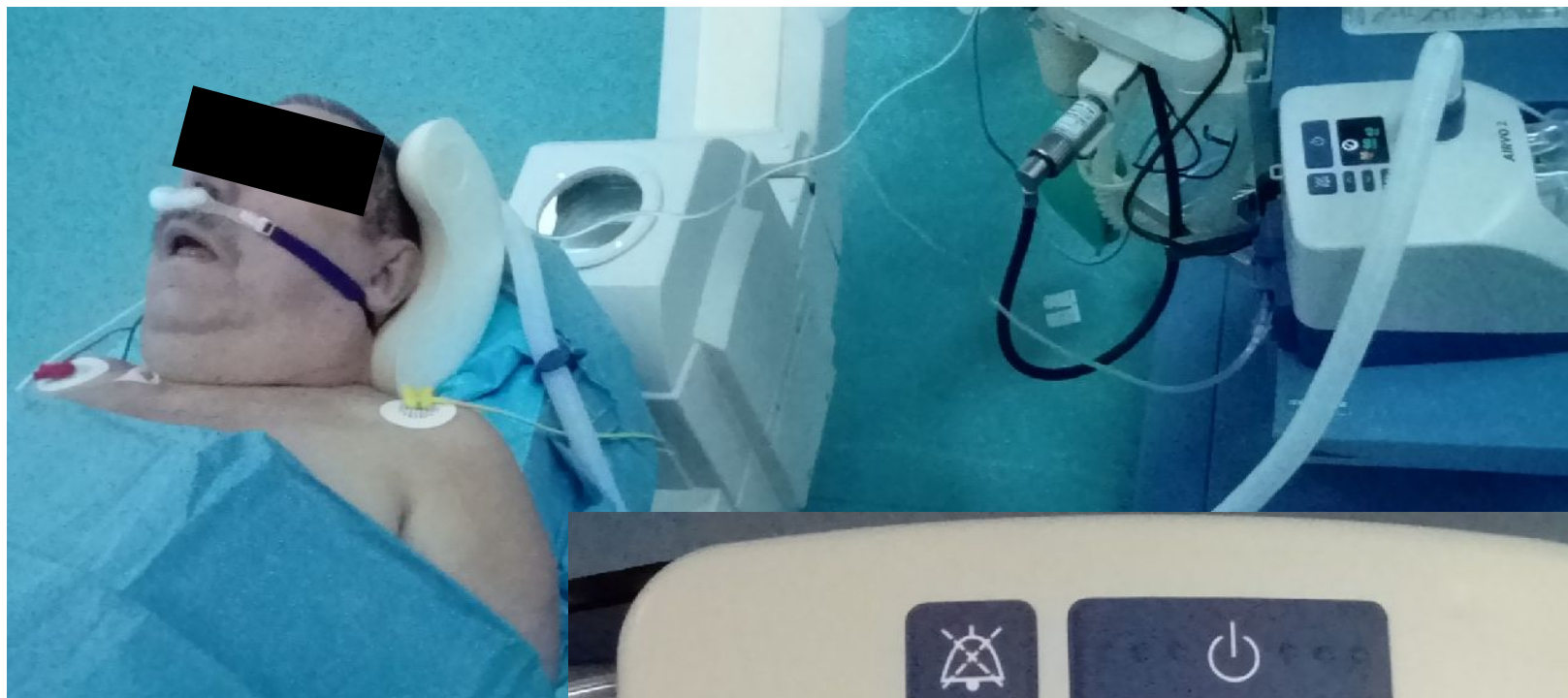


- ☐ Оптимизировать инсуффляцию кислорода ?
- ☐ Начать неинвазивную масочную вентиляцию ?
- ☐ Перейти на ИВЛ ?

# Высокопоточная инсуфляция кислорода



# Высокопоточная инсуффляция $O_2$ как элемент протекции легких в операционной

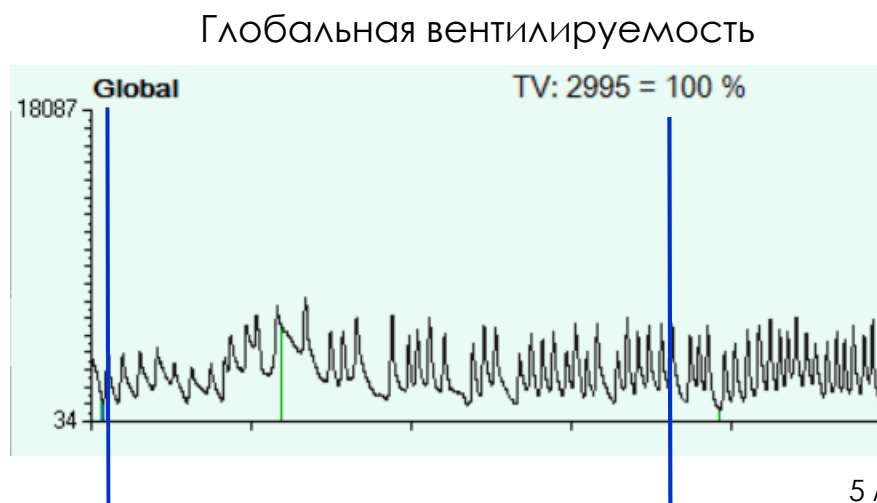


## Что нам даст высокопоточная оксигенотерапия ?

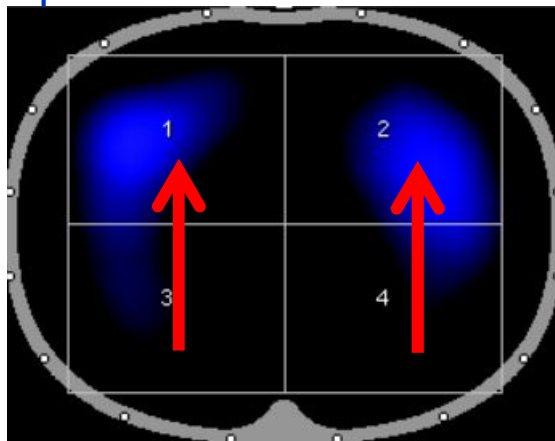
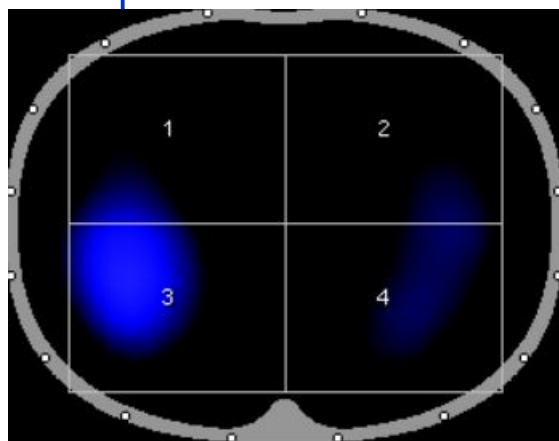
- ☐ Увлажненная, подогретая дыхательная смесь
- ☐ Постоянное положительное давление в ДП
- ☐ Уменьшения объема мертвого пространства
- ☐ Снижение метаболической цены дыхания
- ☐ Повышение комплайенса легких
- ☐ Фракция от 21 до 65%, поток от 1 до 60 л / мин
- ☐ Уменьшение частоты перевода на ИВЛ при седации

Dysart, K., 2009; Ward J., 2013; Schumann R., 2016

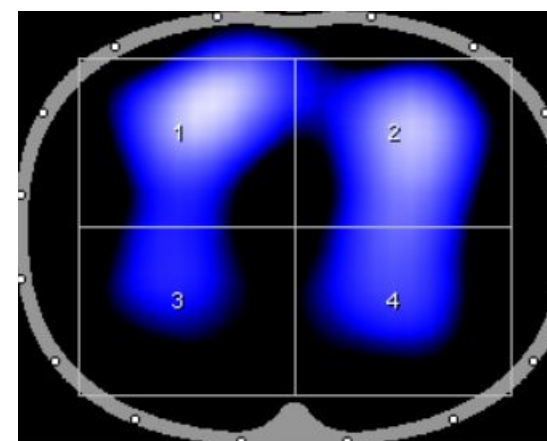
# Спонтанное дыхание – масочная ИВЛ



- Перемещение воздушности в передние отделы 85% ( $p < 0,0001$ )
- 11% перераздувание



Б-й С-н



Б-й Г-н

# Клапан ограничения давления



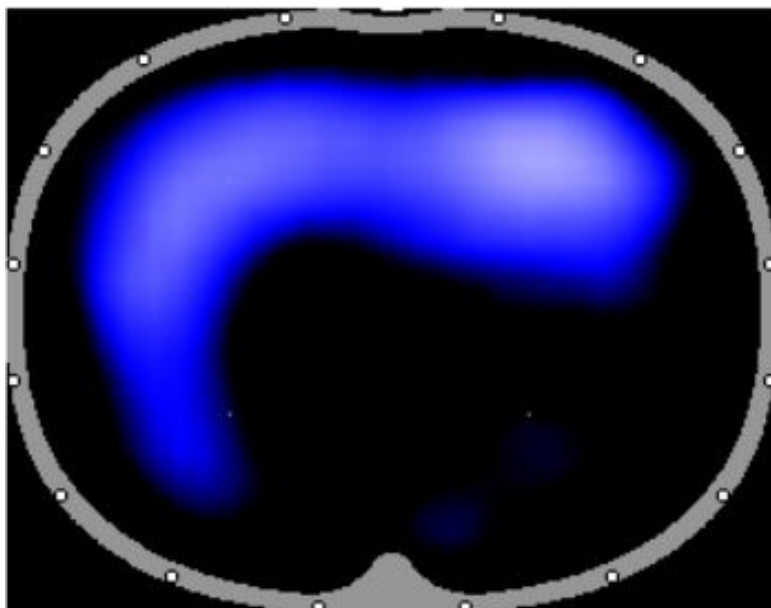
APL (Adjustable Pressure Limiting)



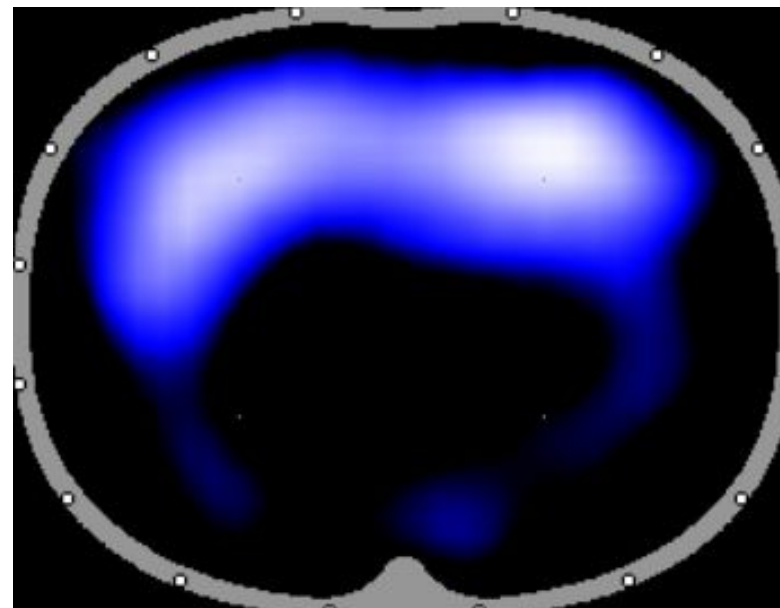
**Какое давление ?**

[http://www.howequipmentworks.com/circle\\_breathing\\_system/](http://www.howequipmentworks.com/circle_breathing_system/)

# Клапан ограничения давления



Ограничение 20 см H<sub>2</sub>O



Ограничение 30 см H<sub>2</sub>O

Больной Б-ов, масочная вентиляция

## Резюме №2 :

---

Требуется вспомогательная  
ИВЛ, но нужно меньше  
давление в ДП при  
масочной ИВЛ

# ИВЛ во время анестезии

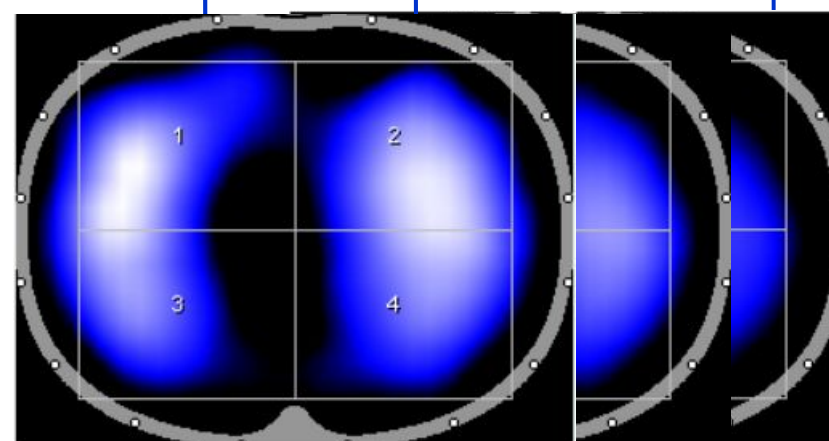
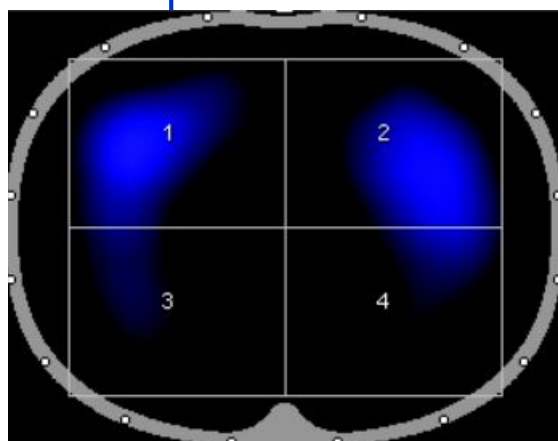
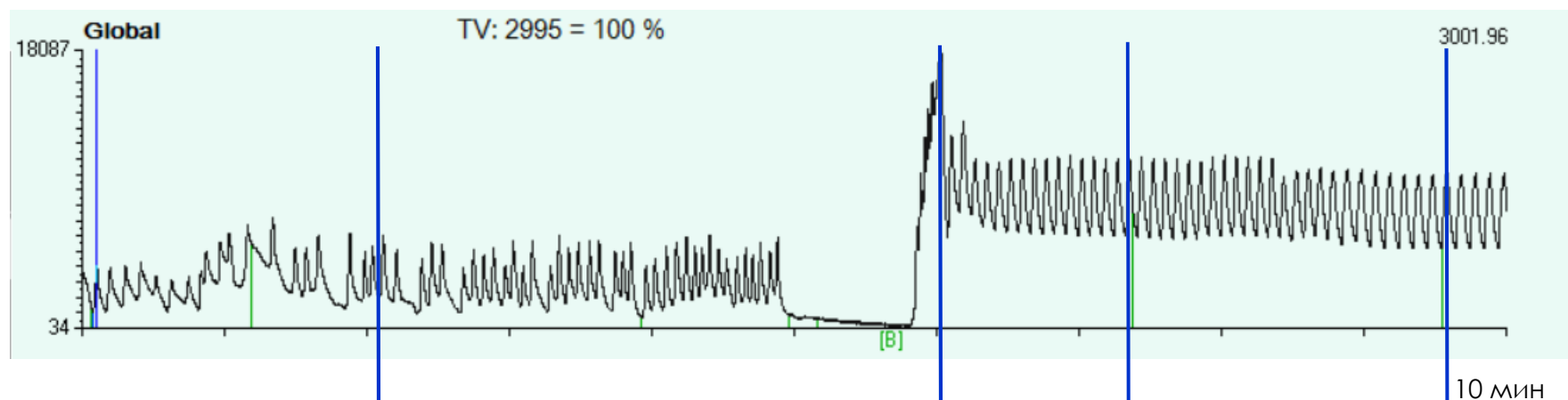


- ☐ Положение тела и вентиляция
- ☐ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ☐ **Переход на полную ИВЛ**
- ☐ Манжетка !!!
- ☐ Выбор ПДКВ
- ☐ Выбор режима ИВЛ
- ☐ Интраоперационная ФБС

# Масочная ИВЛ – аппаратная ИВЛ



Глобальная вентилируемость



Масочная ИВЛ

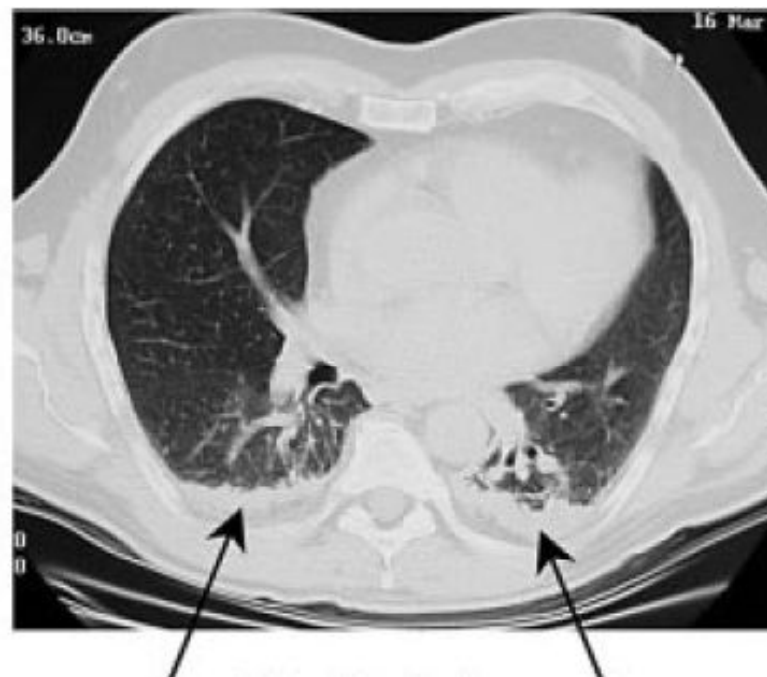
PCV, PEEP 8 см вод. ст., V<sub>T</sub> 7 см вод. ст.

Б-й С-н

# Ателектазирование после индукции



До вводимой анестезии



После интубации

**Высокая фракция кислорода ?**

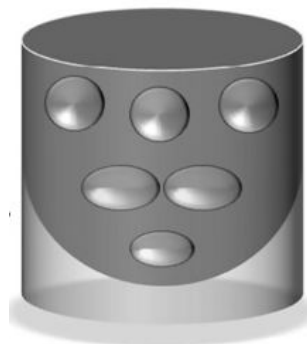
# Влияние положения тела и ИВЛ на воздушность



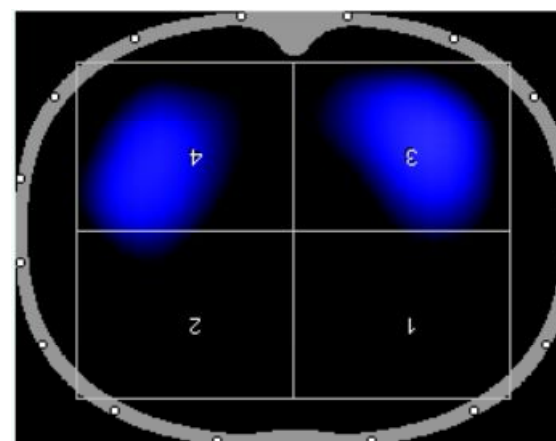
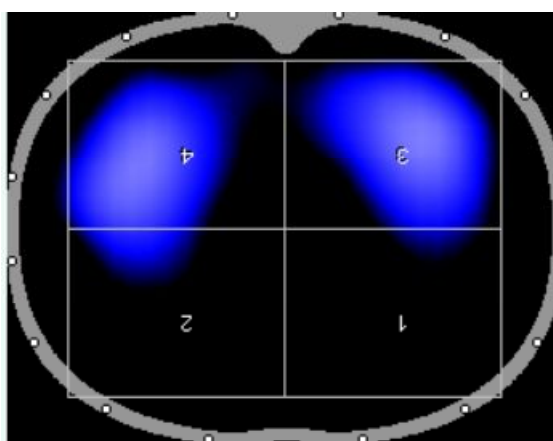
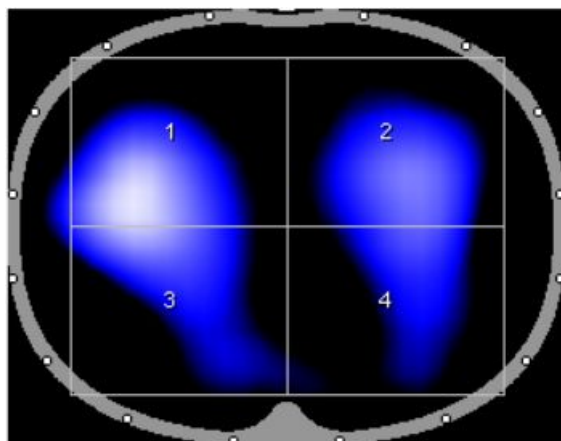
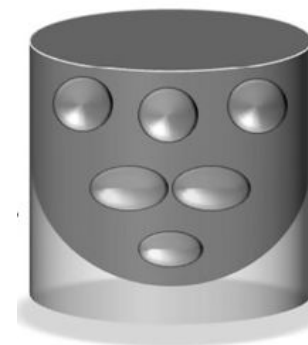
VCV, ПДКВ =5.



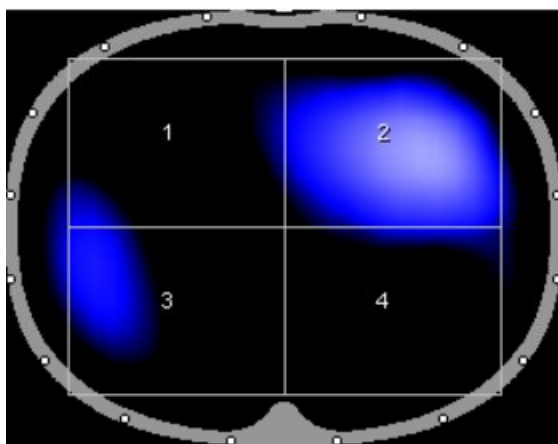
Pron – позиция  
VCV, ПДКВ=5



Pron – позиция – 90 мин  
VCV, ПДКВ =5

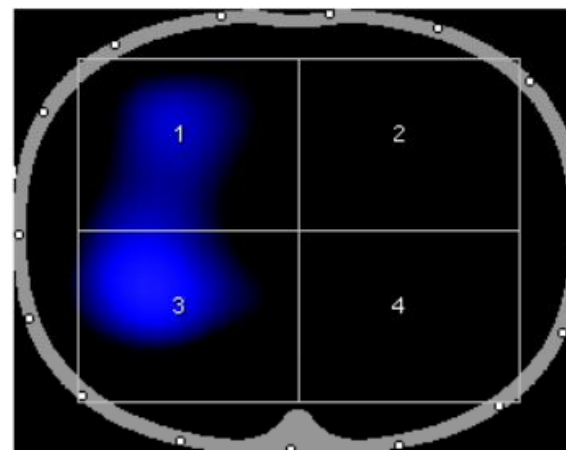


# Смещение интубационной трубки



В правый главный бронх

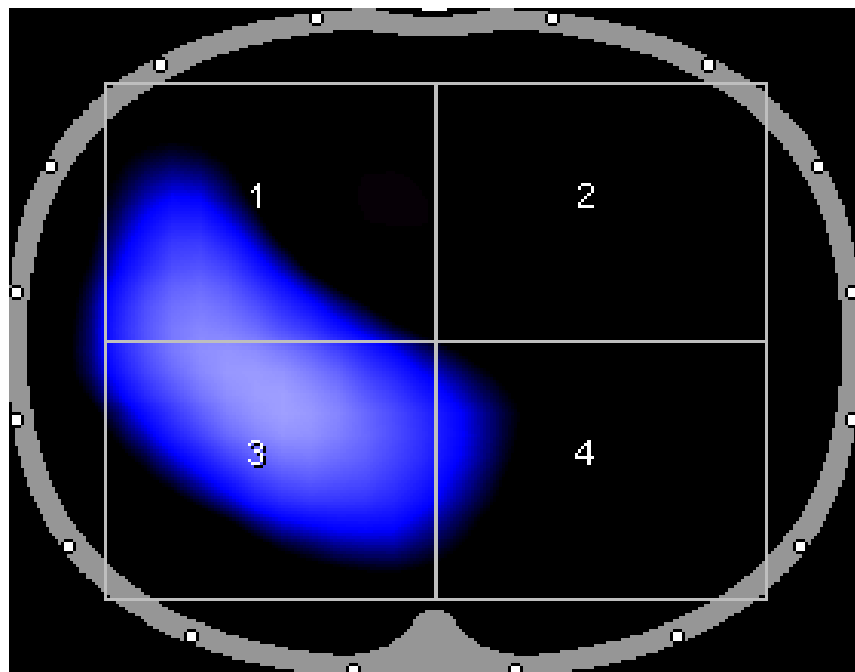
Б-й Ж-н



В левый главный бронх

Б-я С-а

# Сдавление дыхательных путей



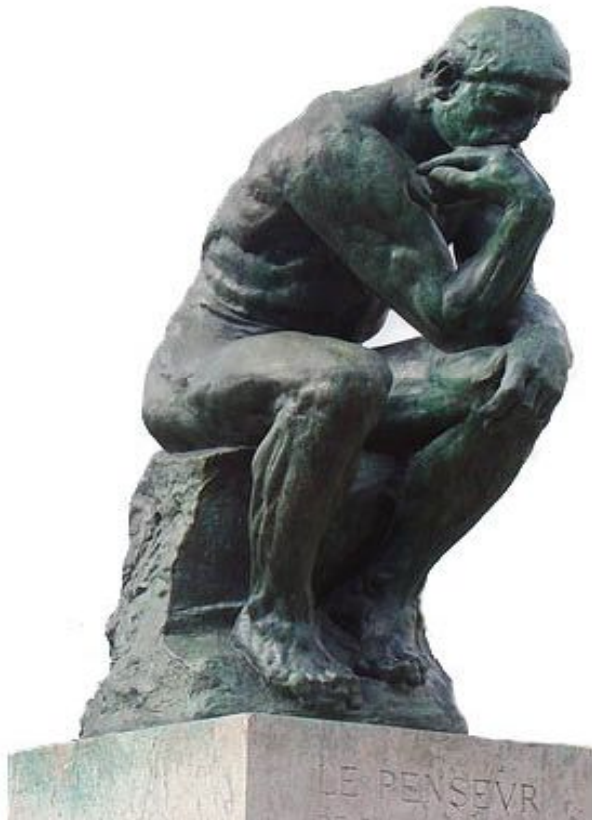
Опухоль средостения с  
прорастанием в правый бронх

# Резюме №3 :

---

Избегайте  
перераздувания...

# ИВЛ во время анестезии



- ☐ Положение тела и вентиляция
- ☐ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ☐ Переход на полную ИВЛ
- ☐ **Манжетка !!!**
- ☐ Выбор ПДКВ
- ☐ Выбор режима ИВЛ
- ☐ Интраоперационная ФБС

# Полезный приборчик



## Оптимальное давление в манжетке

Давление	см H <sub>2</sub> O	мм Hg
Высокое	более 40	30
Идеальное	20-30	15-22
Низкое	менее 20	менее 15

*R.D. Seegobin, G.L. van Hasselt*

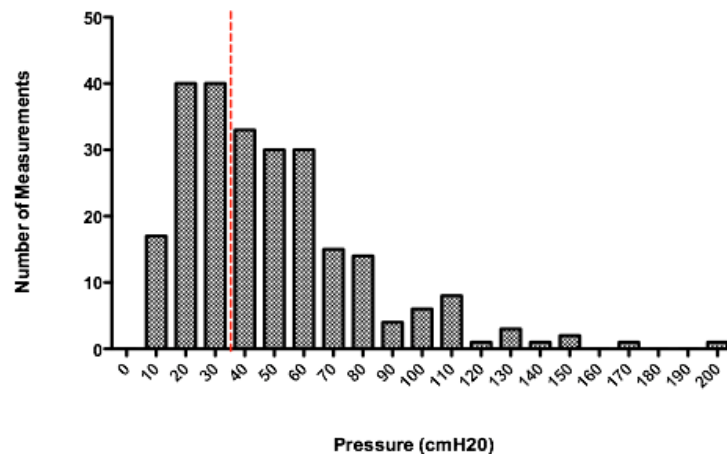
**Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow:  
endoscopic study of effects of four large volume cuffs.**

*Br Med J (Clin Res Ed) 1984 ;288:965*

# Можем ли мы угадать ?

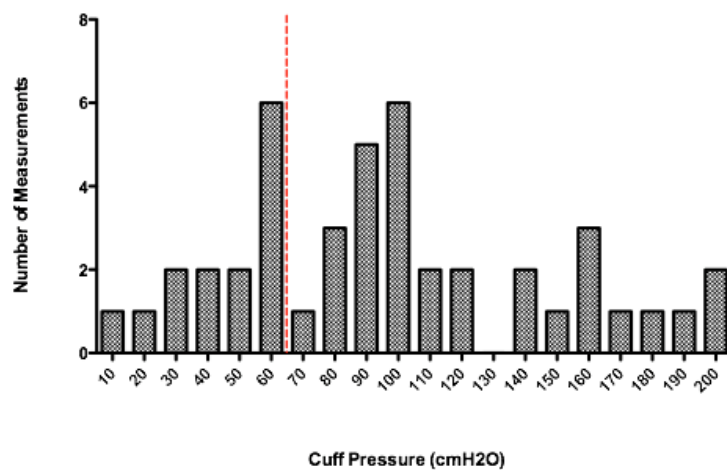
A

Frequency Histogram for ETT Measurements

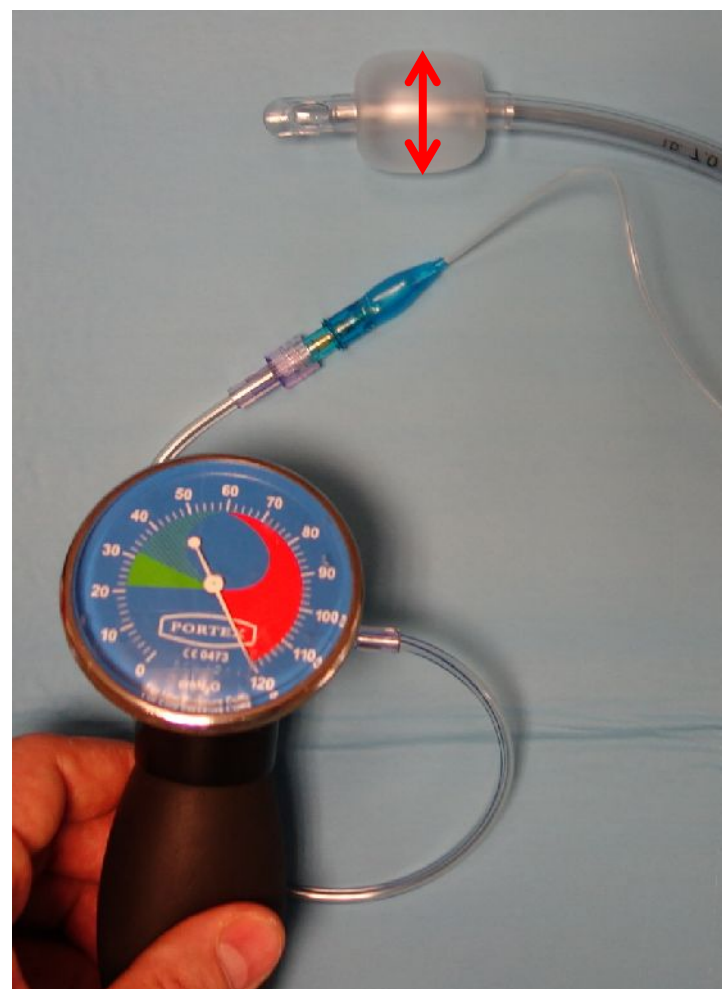
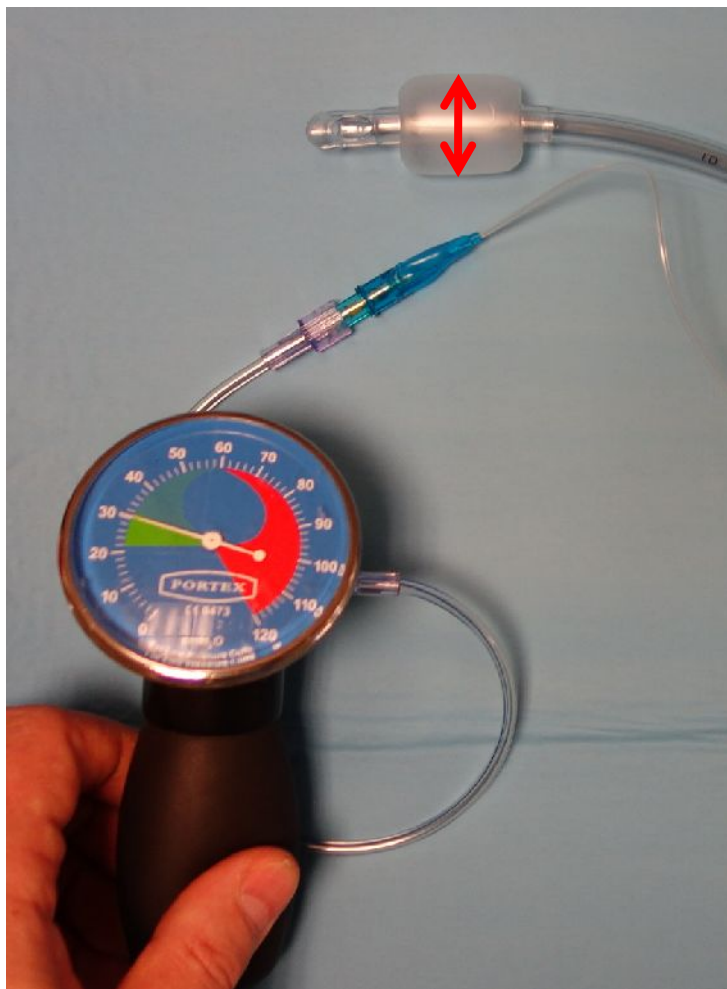


B

Frequency Histogram for LMA



# Ошибка обеспечена



HELM MEDICAL

## Резюме №4 :

---

Необходимо поддерживать  
оптимальное давление в  
менжетке интубационной  
трубки

# ИВЛ во время анестезии



- ☐ Положение тела и вентиляция
- ☐ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ☐ Переход на полную ИВЛ
- ☐ Манжетка !!!

☐ **Протективная**

☐ **ИВЛ**

☐

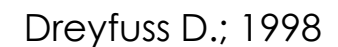
# Протективная (защитная) ИВЛ

- Параметры
  - Адекватная минутная вентиляция (допустимая гиперкапния)
  - ДО 6-8 мл/кг идеальной массы тела
  - Соотношение вдох/выдох - 1:1.5-1:1
  - ПДКВ не менее 5 см вод. ст.
  - Минимальный градиент давления (PIP – PEEP)
  - FiO<sub>2</sub> не более 60%
- Создаются условия, чтобы альвеолы не коллабировались и не перерастягивались
- Снижение выраженности ВИПЛ
- Профилактика периоперационных легочных осложнений
- Дискуссия по поводу эффективности...

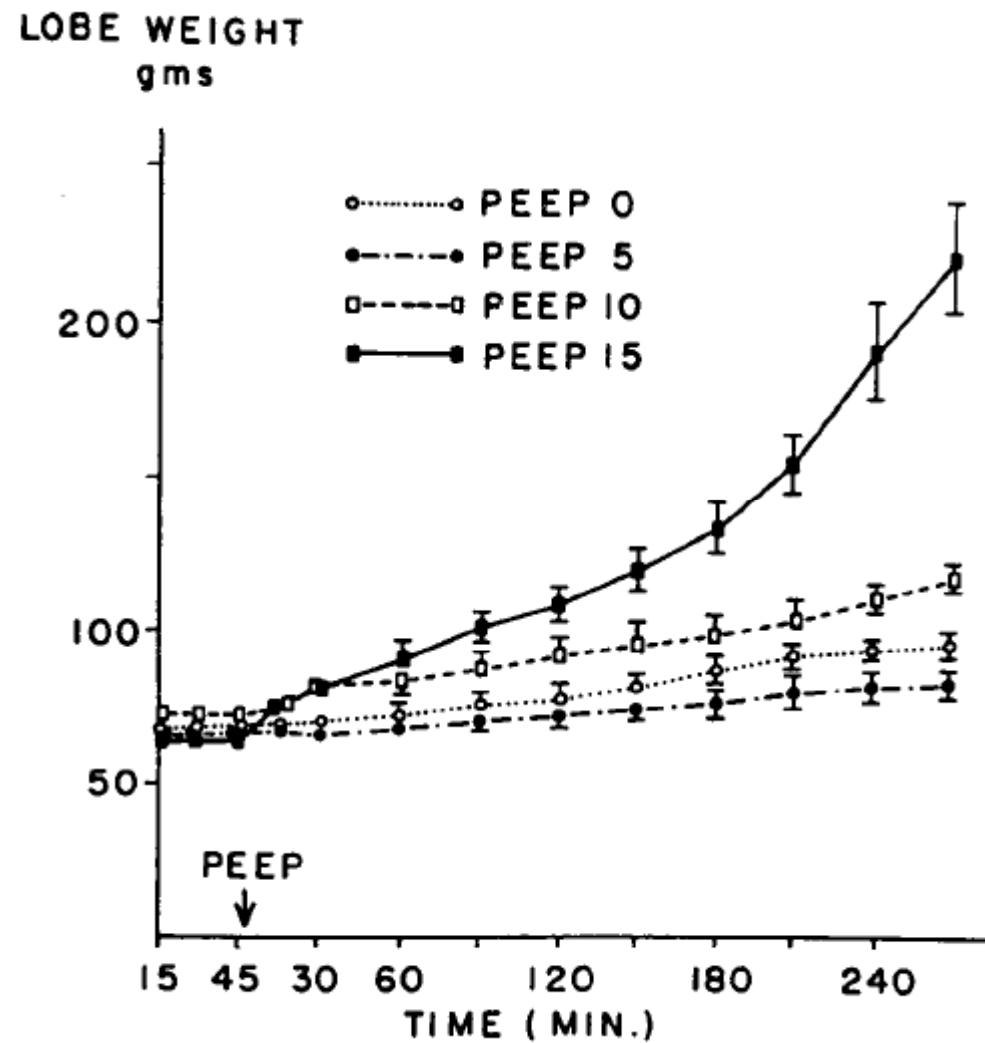
# ИВЛ во время анестезии



- ☐ Положение тела и вентиляция
- ☐ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ☐ Переход на полную ИВЛ
- ☐ Манжетка !!!
- ☐ **Выбор ПДКВ**
- ☐ Выбор режима ИВЛ
- ☐ Интраоперационная ФБС

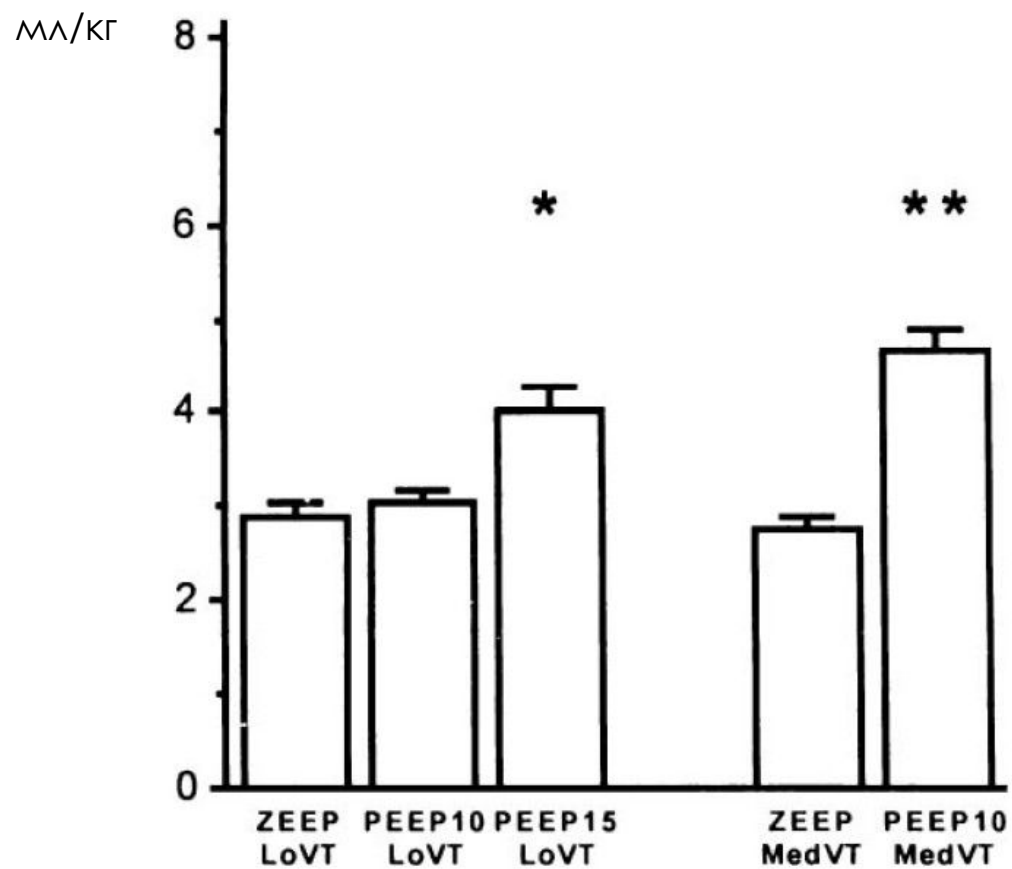


# Какое PEEP ? Ровно столько сколько нужно

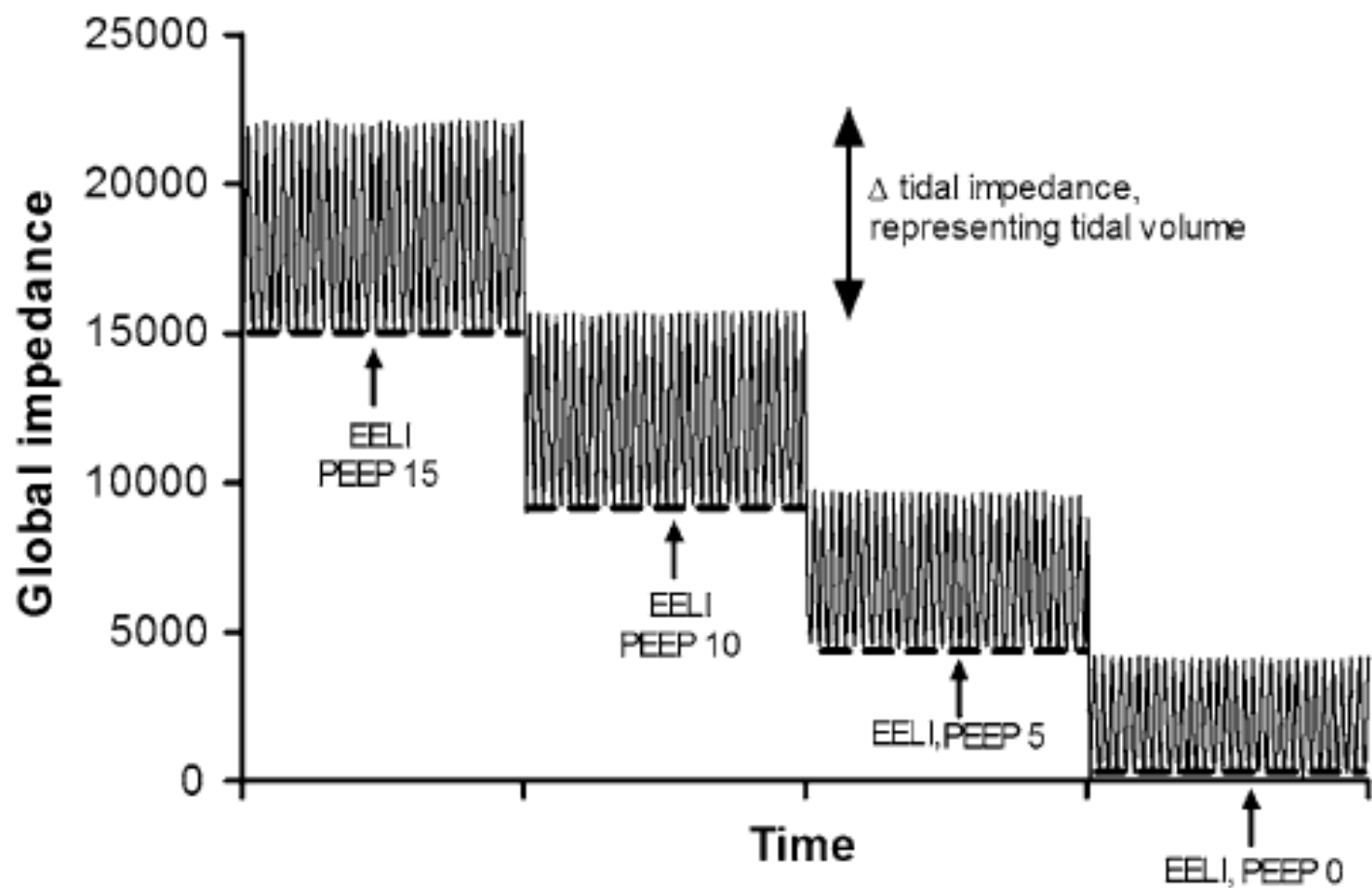


# Какое РЕЕР ? Ровно столько сколько нужно

Содержание внеклеточной воды в легких



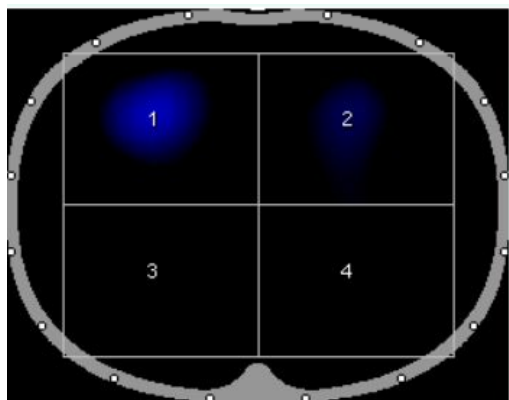
# Импеданс при разном уровне ПДКВ



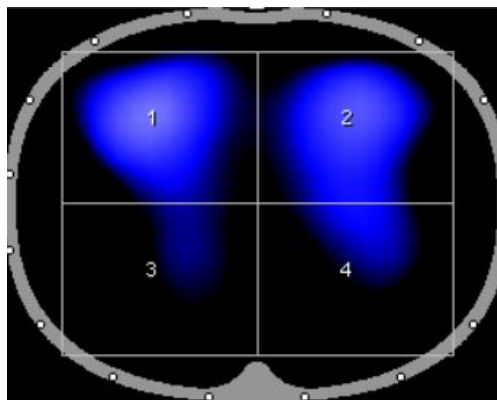
# Выбор ПДКВ

- ПДКВ выше 5 см вод. ст. улучшал глобальную и региональную вентилируемость легких у 95% пациентов ( $n=21$ ,  $p<0,0001$ )

0 см вод. ст.

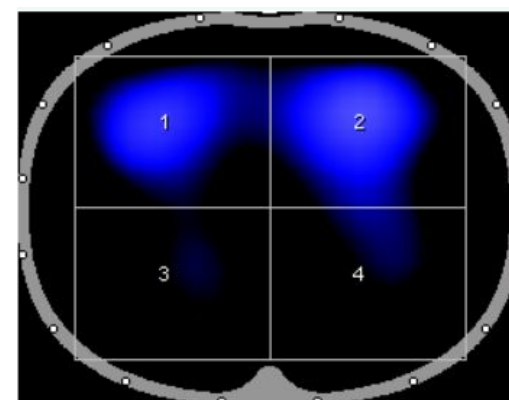


7 см вод. ст.



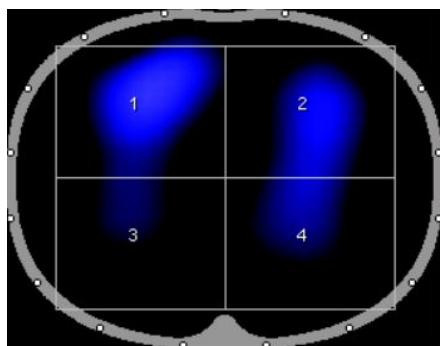
Стало хорошо, но  
хочется, чтобы  
было еще лучше

8 см вод. ст.

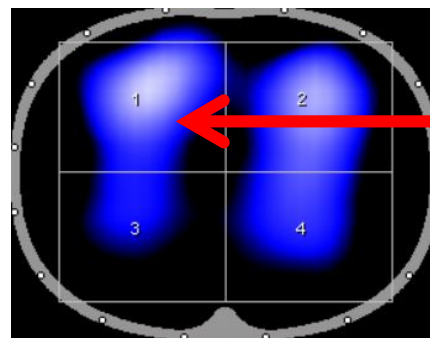


Упсссс...!  
Стало хуже!!!

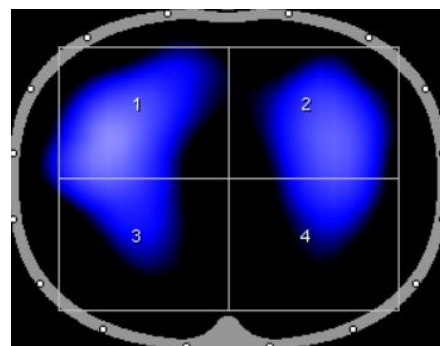
# Увеличение ПДКВ с 5 до 8 см



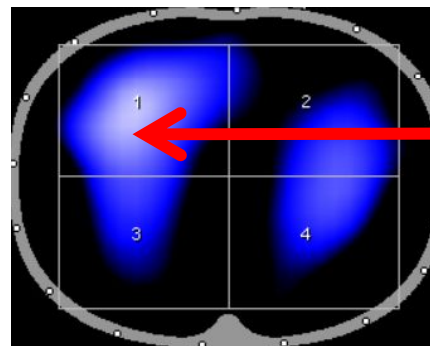
Б-й Г-н



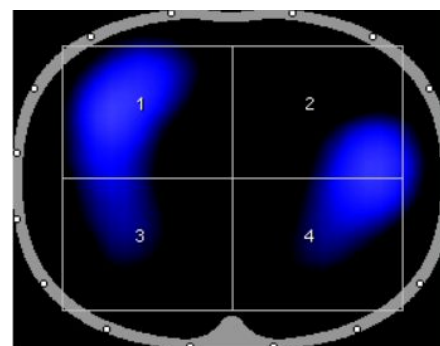
Вентилируемость  
**улучшилась**  
+  
Перераздувание



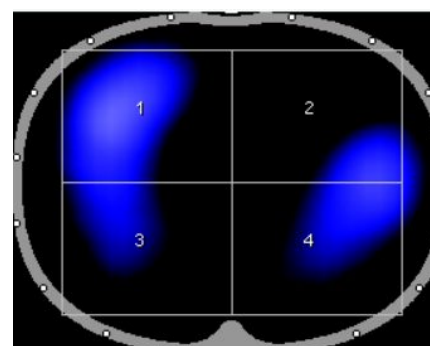
Б-я Д-а



Вентилируемость  
**не изменилась**  
+  
Перераздувание

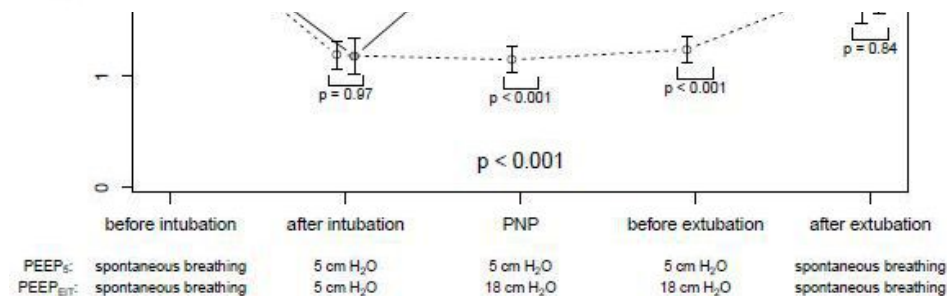
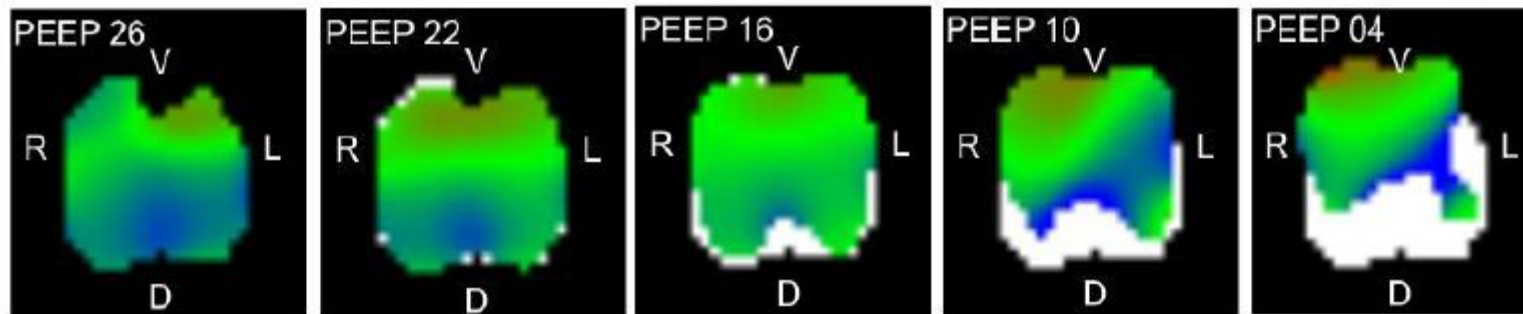
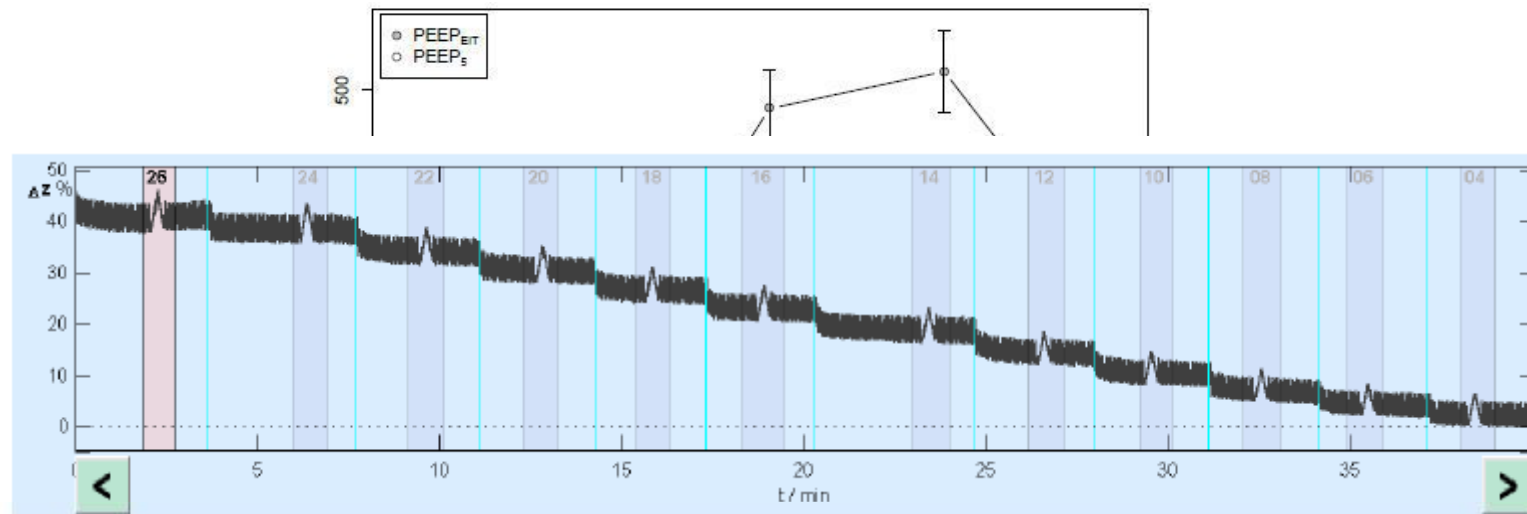


Б-й Б-в



Вентилируемость  
**не изменилась**

# Увеличение ПДКВ до $18,5 \pm 5,6$ см H<sub>2</sub>O ?



Simon P., 2016

# Резюме №5 :

---

- ❑ Нарращивание ПДКВ не приводит к  
значительному увеличению вентилируемости  
базальных отделов
- ❑ Или это происходит параллельно с  
перераздуванием передних отделов
- ❑ Нам требуется ПДКВ, ровно столько, сколько  
нужно

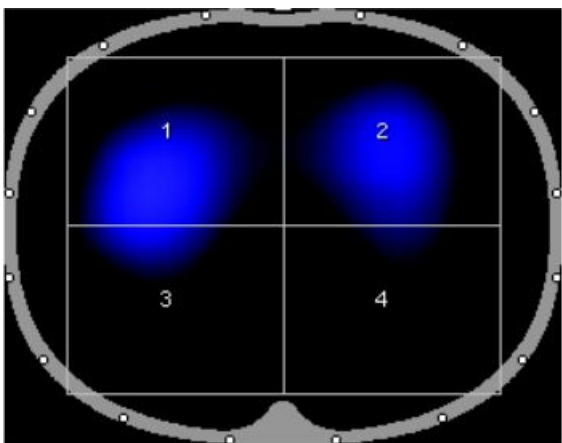
# ИВЛ во время анестезии



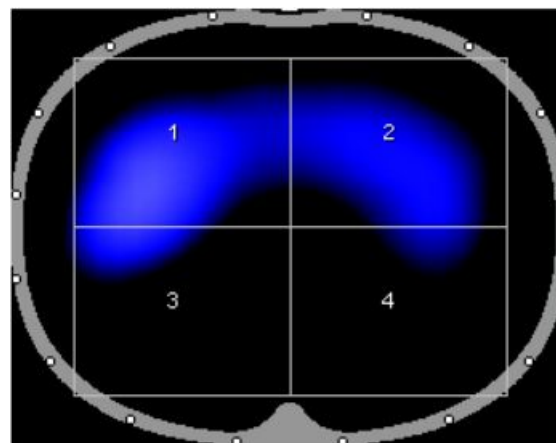
- ☐ Положение тела и вентиляция
- ☐ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ☐ Переход на полную ИВЛ
- ☐ Манжетка !!!
- ☐ Выбор ПДКВ
- ☐ **Выбор режима ИВЛ**
- ☐ Интраоперационная ФБС

# Выбор режима ИВЛ

- В конце операции ИВЛ с помощью увеличенного объема вентиляции легких и с увеличением объема вентиляции легких у 92% (n=20) (p<0,0001)

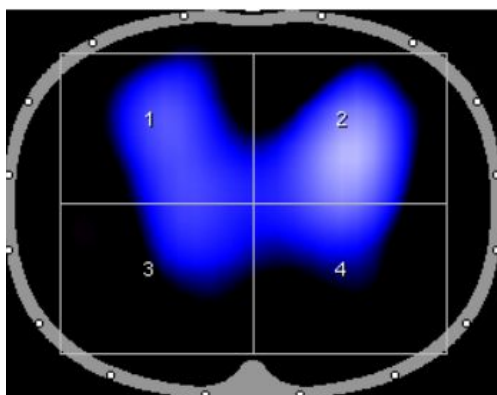


Начало операции  
**VCV**, ПДКВ 3 см вод. ст.

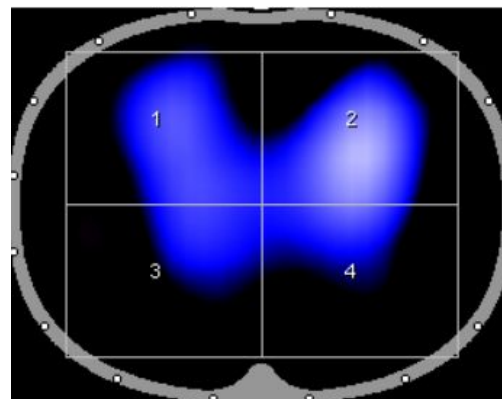


Конец операции  
**PCV**, ПДКВ 7 см вод. ст.

# Вентилируемость в конце операции



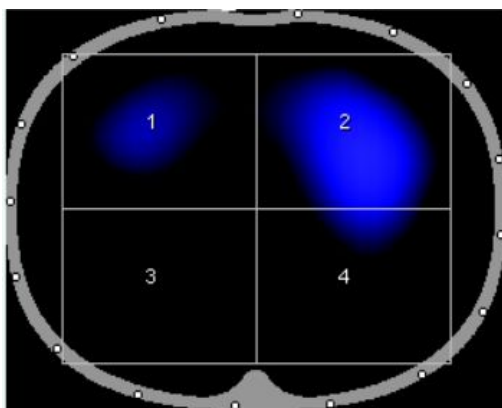
Начало операции  
PCV, ПДКВ 7 см вод. ст.



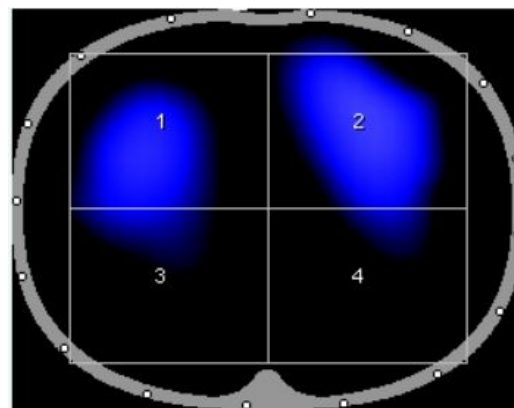
Конец операции  
PCV, ПДКВ 7 см вод. ст.

Стабильно!!!

Б-я Ш-а



Начало операции  
PCV, ПДКВ 6 см вод. ст.

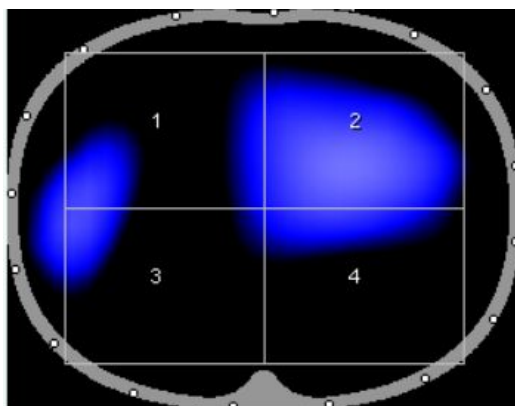


Конец операции  
PCV, ПДКВ 8 см вод. ст.

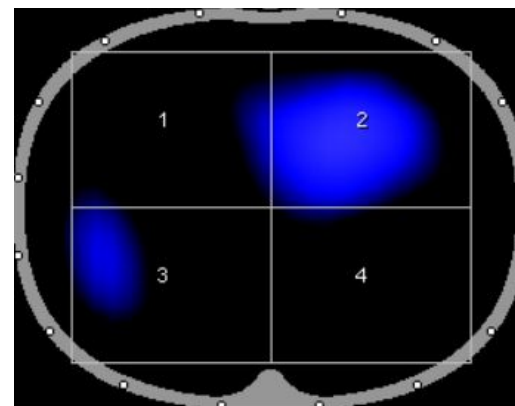
Стало лучше

Б-й А-в

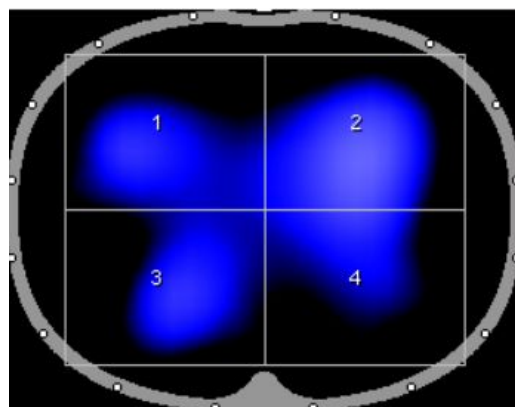
# Подбор режима ИВЛ



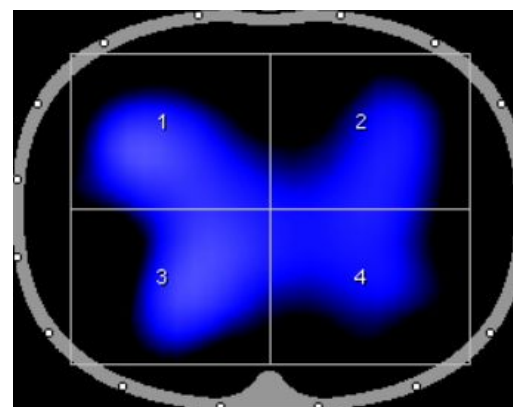
Начало операции  
Масочная ИВЛ



Начало операции  
**VCV**, ПДКВ 5 см вод. ст.



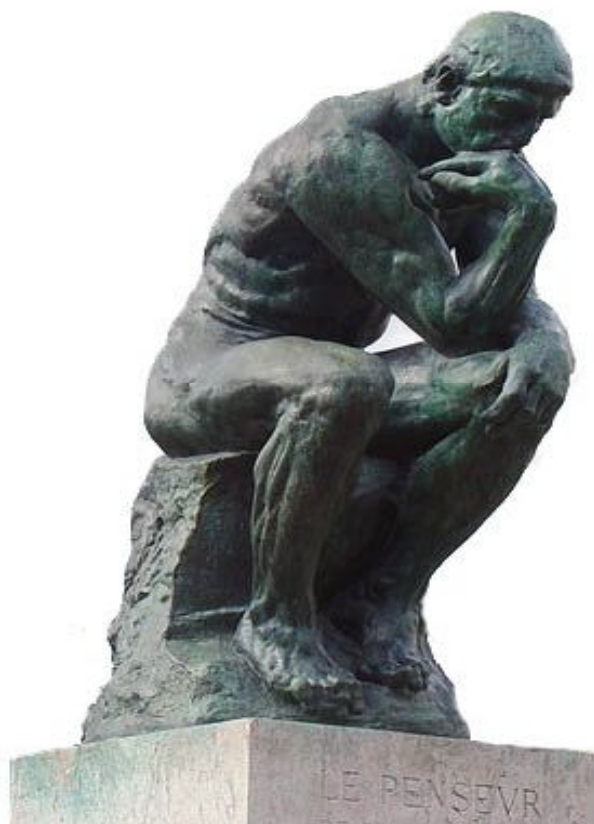
Начало операции  
**PCV**, ПДКВ 9 см вод. ст.



Конец операции  
**PCV**, ПДКВ 9 см вод. ст.

Б-й К-н, высокий риск легочных осложнений

# Проблема защиты легких во время анестезии



Что нам даст  
протективная ИВЛ ?

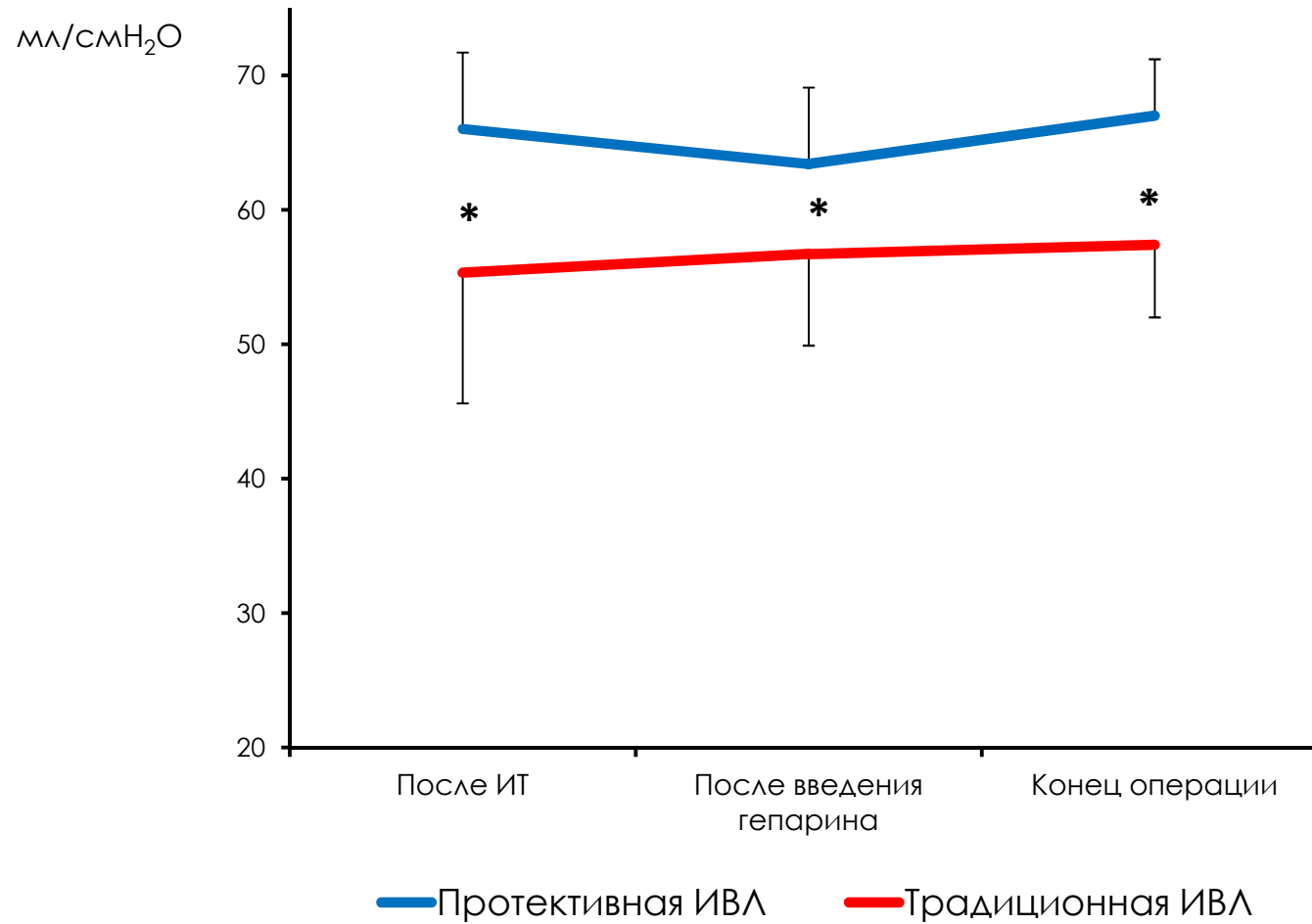
# Больные



# Режимы ИВЛ

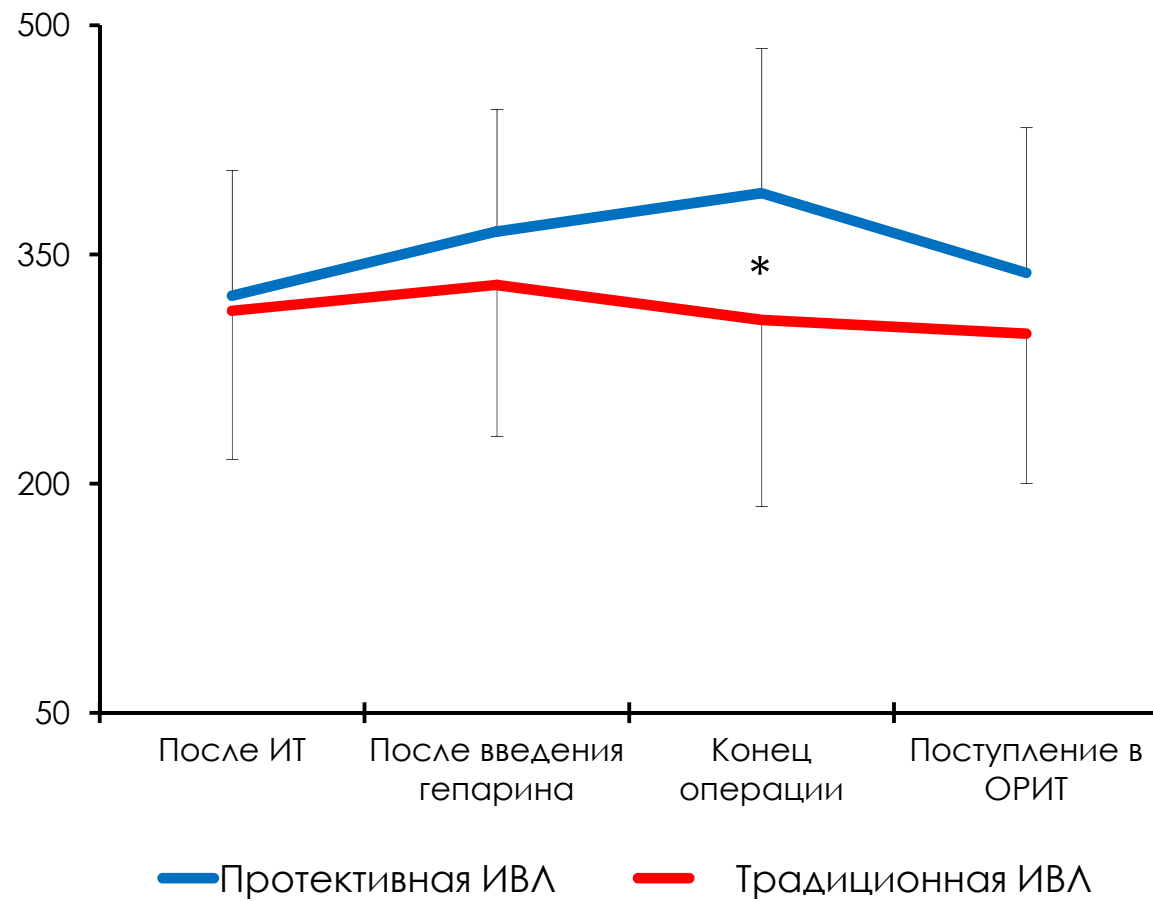
Параметр	Традиционная ИВЛ	Протективная ИВЛ
Управление вдохом	По объему	По давлению
Дыхательный объем	9-10 мл/кг	6 мл/кг
ЧД	$\text{EtCO}_2$ – 35-42	$\text{EtCO}_2$ – 35-42
Соотношение вдох/выдох	1:2	1:1.5-1:1
Пиковое давление вдоха	-	Не более 20 см вод.ст.
ПДКВ	0-4 см вод. ст.	5-10 см вод. ст.
$\text{FiO}_2$	70%	50-60%
ИВЛ во время ИК	Статическое раздувание, 5-7 см вод.ст.	ДО 4 мл/кг, ПДКВ 5

# Динамический комплайнс (пациенты **высокого** легочного риска)



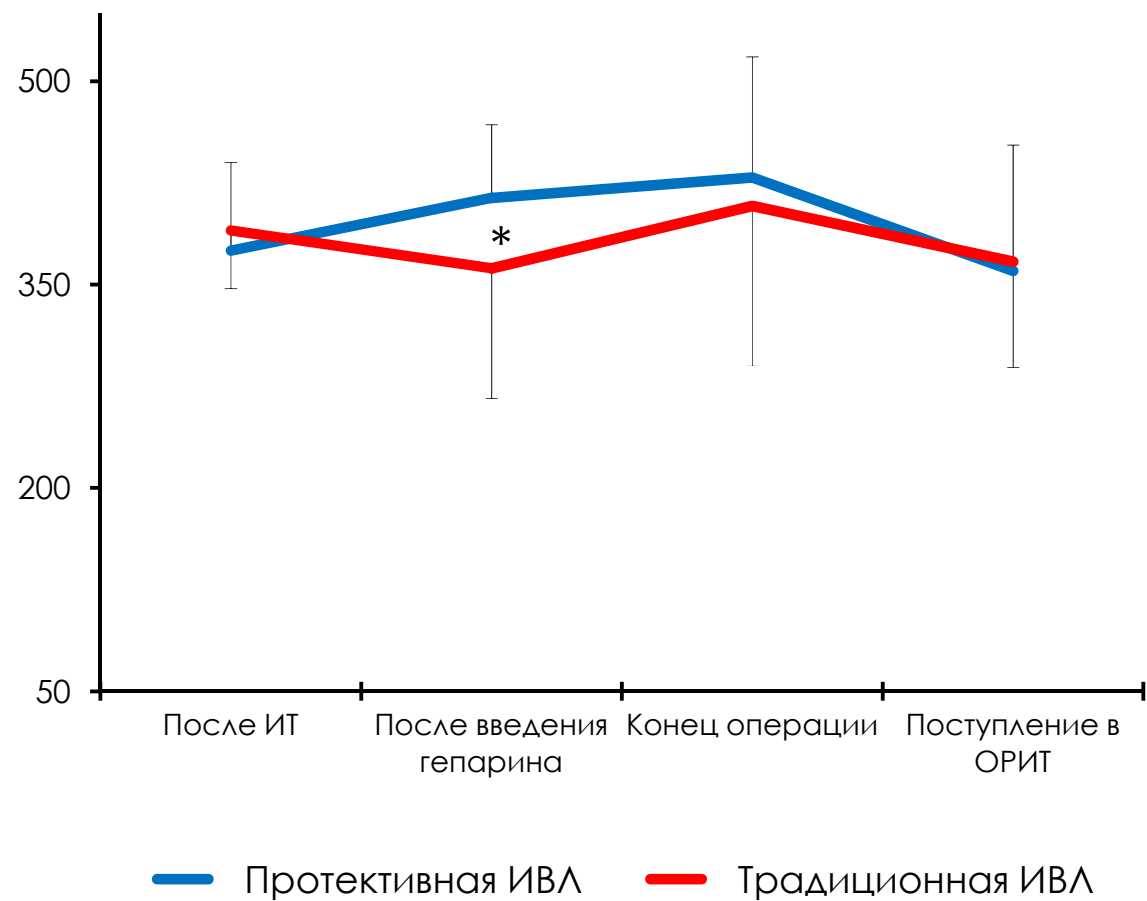
\* $p < 0,005$  – отличие между подгруппами

# Соотношение $PaO_2/FiO_2$ (пациенты **высокого** легочного риска)



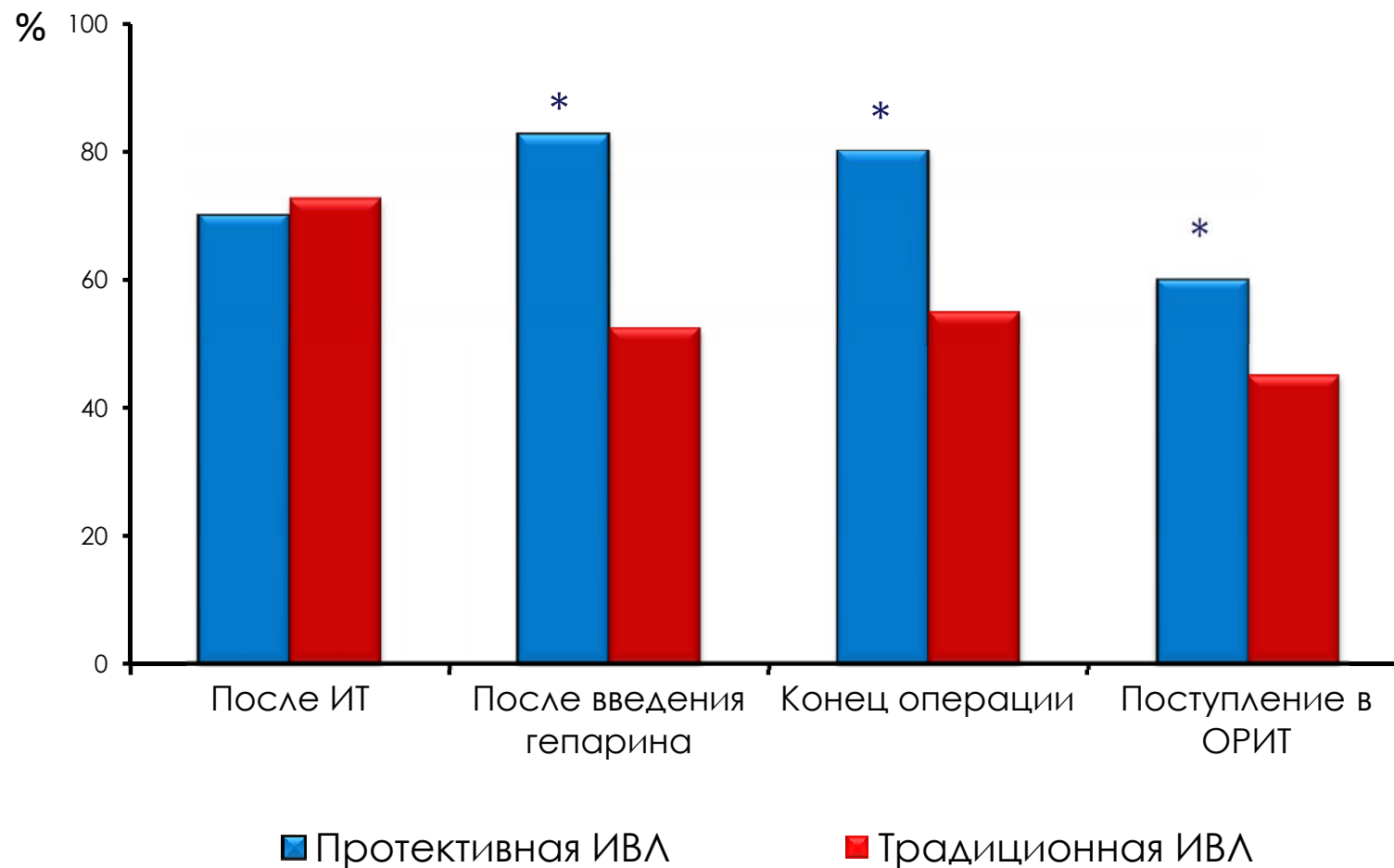
\*  $P < 0,05$  - между группами на этапе конца операции

# Индекс оксигенации (пациенты **низкого** легочного риска)



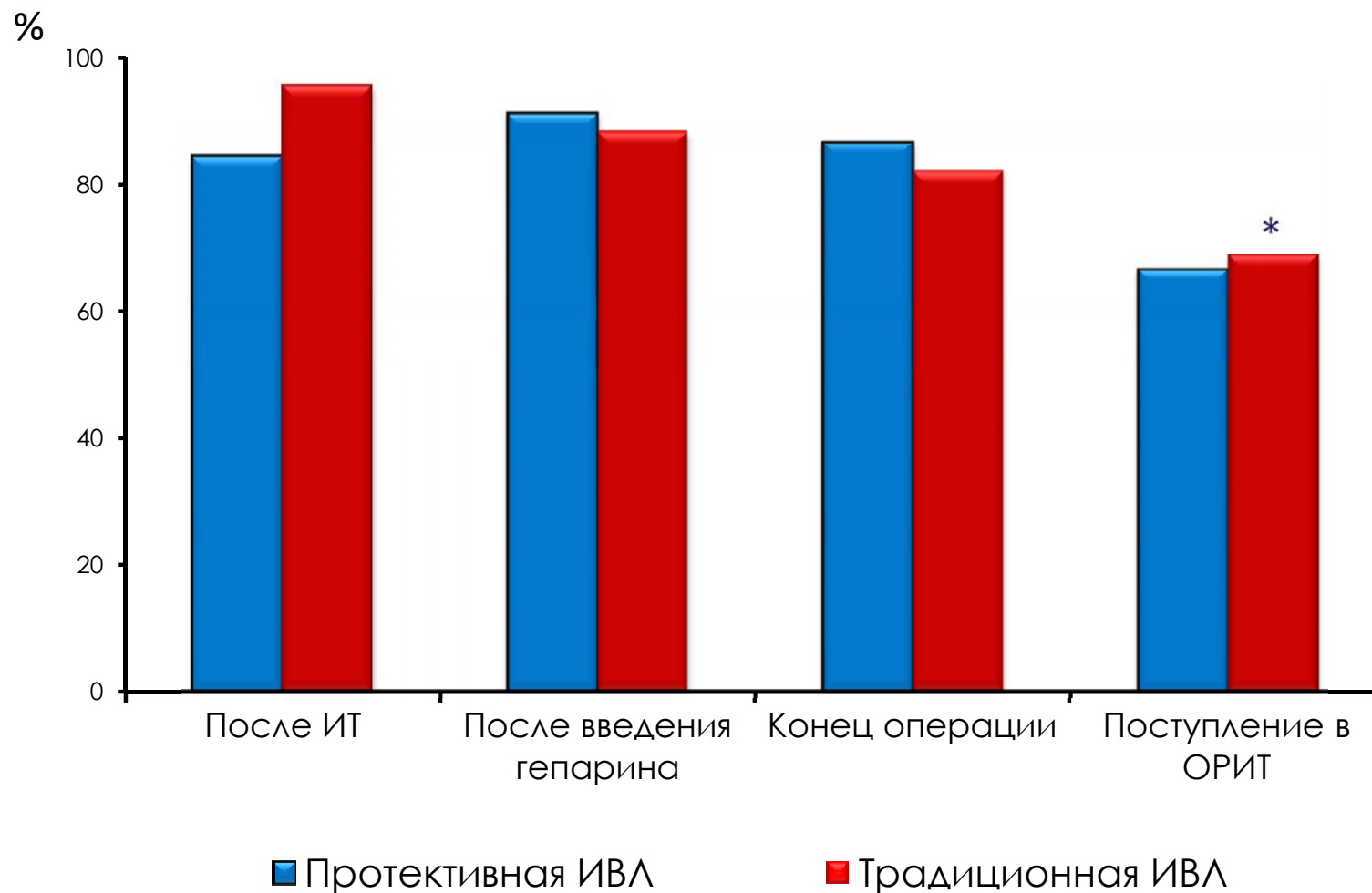
\* $P < 0,05$  между группами

# Соотношение $PaO_2/FiO_2$ более 300 (пациенты **высокого** легочного риска)



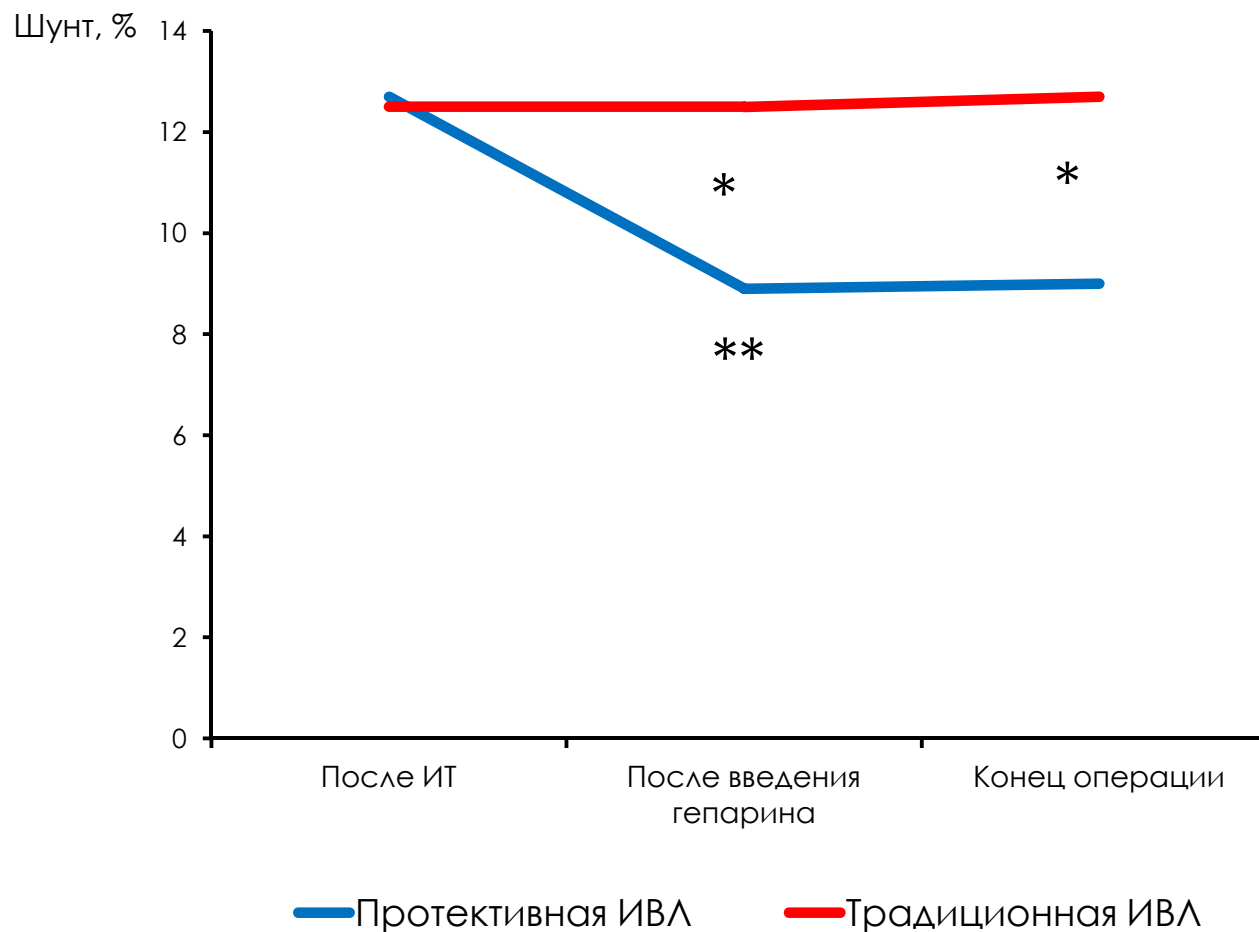
\*  $P < 0.05$  – по сравнению с исходным уровнем в подгруппе протективной ИВЛ

# Соотношение $P_{aO_2}/F_{iO_2}300$ (пациенты **низкого** легочного риска)



\*  $P < 0.05$  - в группе с традиционной ИВЛ по сравнению с исходом

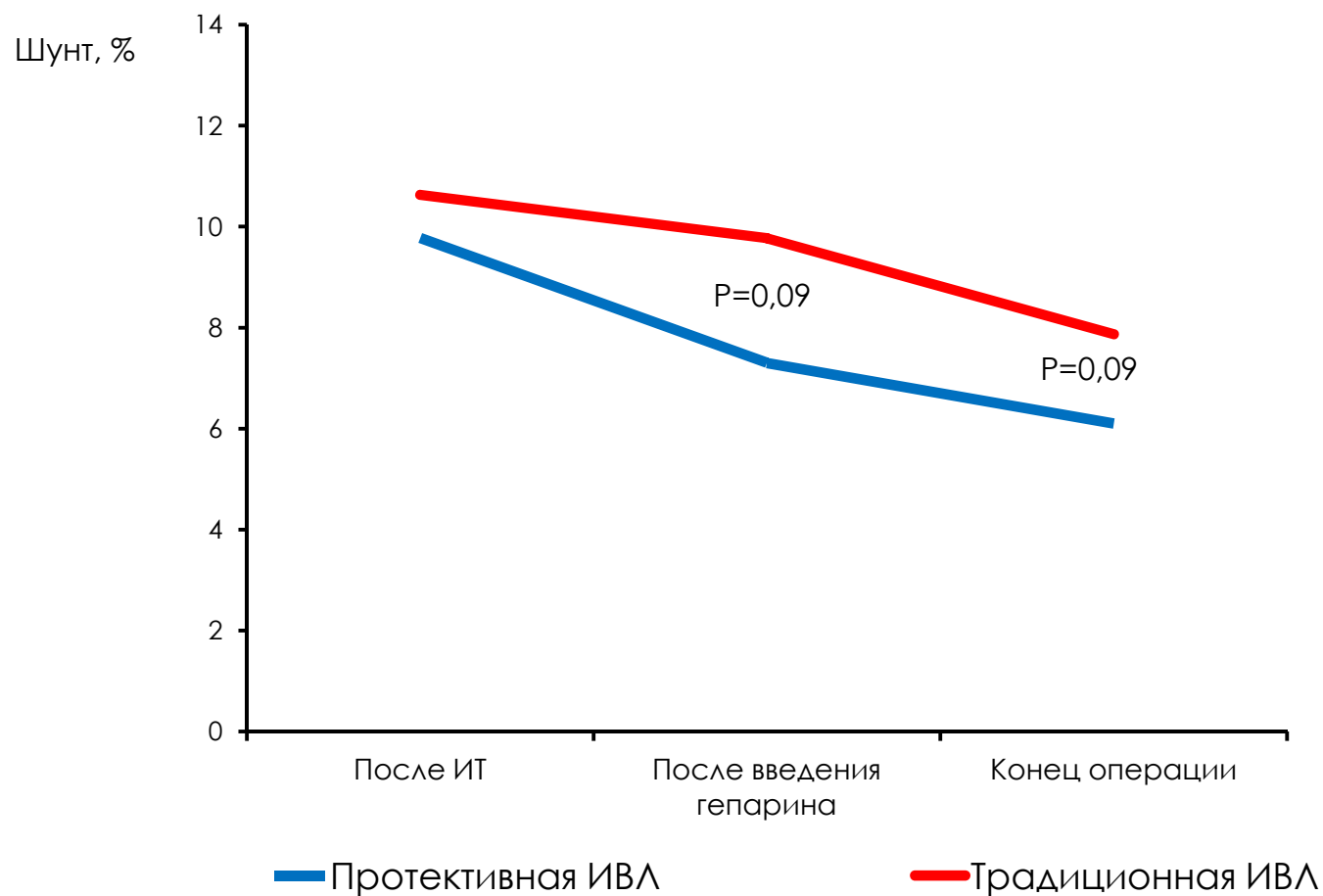
# Фракция внутрилегочного шунтирования (пациенты **высокого** легочного риска)



\* $p < 0,05$  - между подгруппами в конце операции

\*\*  $p < 0,05$  – по сравнению с исходом в подгруппе протективной ИВЛ

# Фракция внутрилегочного шунтирования (пациенты **низкого** легочного риска)



\* $p < 0,05$  – отличие между подгруппами

\*\* $p < 0,05$  – отличие между подгруппами

# $p < 0,05$  – по сравнению с исходом в подгруппе защитной ИВЛ

# Протективная ИВЛ



## **НЕ вызывает :**

- ☐ Гемодинамической нестабильности
- ☐ Увеличения дозировок кардиотоников и вазопрессоров
- ☐ Дискомфорта для хирургов (ну почти не вызывает)

## **Жалко, но нами не выявлено :**

- ☐ Влияния на продолжительность нахождения в ОРИТ, длительность ИВЛ и госпитализации

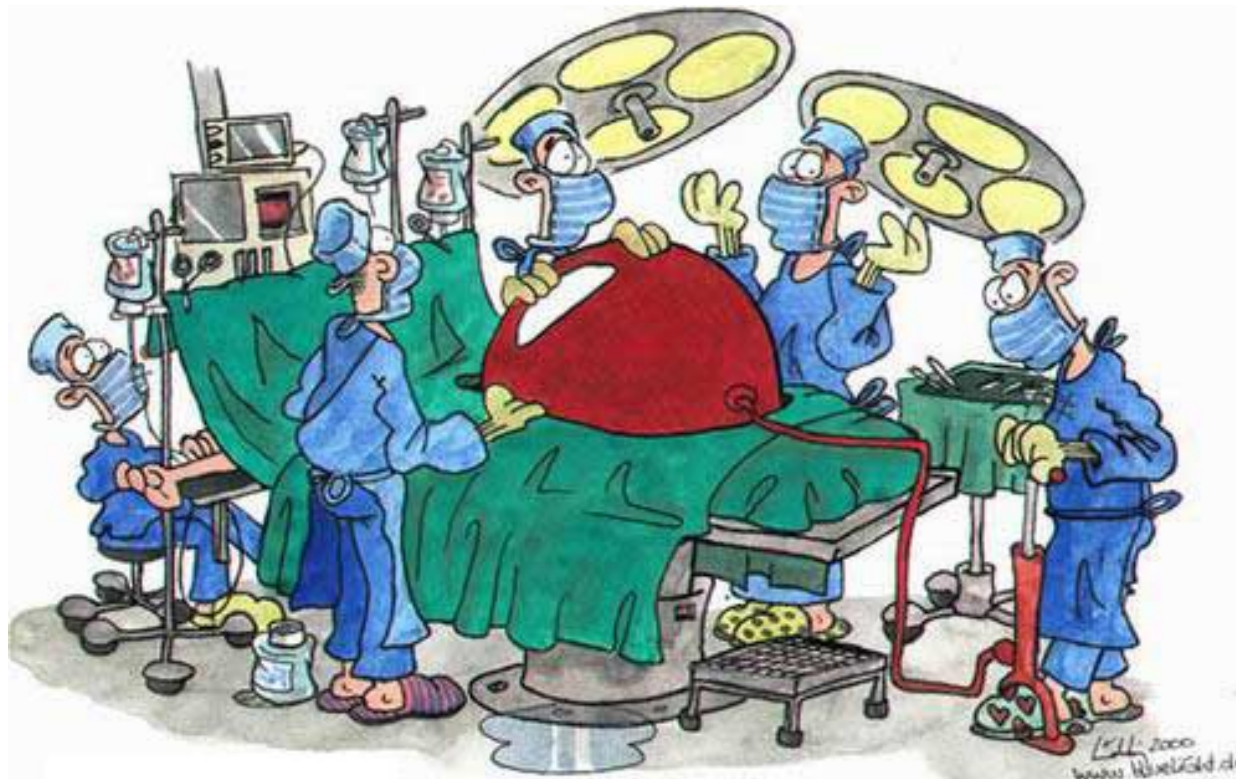
## Послеоперационные легочные осложнения (пациенты **высокого** легочного риска)



Осложнение	Протективная ИВЛ	Традиционная ИВЛ	p
НОФЛ	5%	22.5%	P=0.00 1
Ателектазирование	5%	2.5%	н/д
Пневмония	0	0	н/д

# Что нам мешает применять протективную ИВЛ ?

- Стереотип об опасности ИВЛ с регуляцией по давлению
- Страх перед ПДКВ более 5 см H<sub>2</sub>O
- Необходимость контролировать ДО



# Резюме №6 :

---

- ☐ Протективная ИВЛ оптимальный выбор во время анестезии
- ☐ Даже у не осложненных больных
- ☐ Позволяет поддерживать оптимальную вентилируемость легких

# ИВЛ во время анестезии



- ❑ Положение тела и вентиляция
- ❑ Спонтанное дыхание, седация и вспомогательная ИВЛ
- ❑ Переход на полную ИВЛ
- ❑ Манжетка !!!
- ❑ Выбор ПДКВ
- ❑ Выбор режима ИВЛ
- ❑ **Интраоперационная ФБС**

# Проблема защиты легких во время анестезии



Что нам даст  
интраоперационная  
ФБС ?

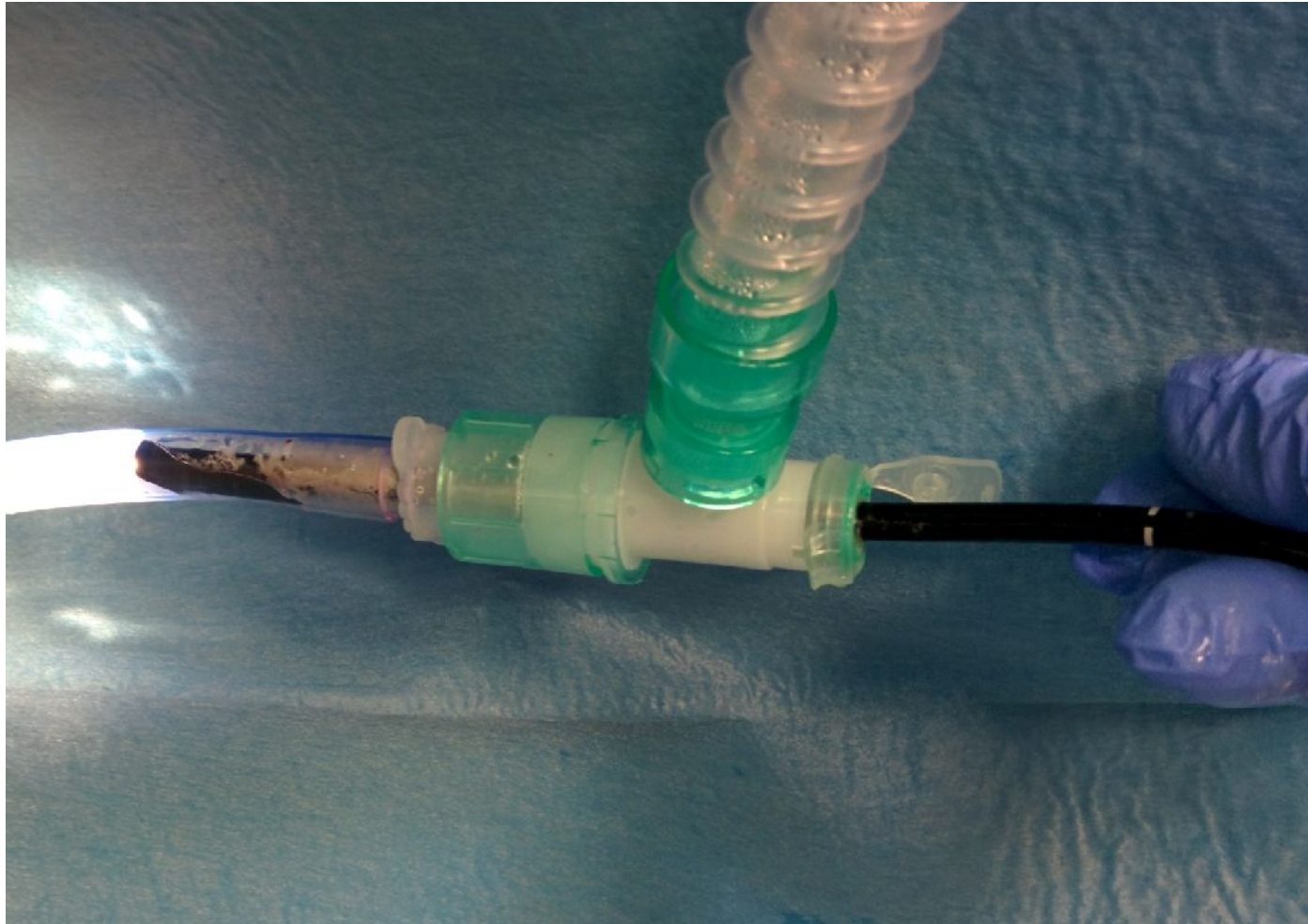
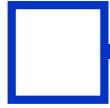
# Интраоперационная ФБС

- ❑ Высокий легочный риск (n=40)
- ❑ Протективная ИВЛ
- ❑ 1 гр. (n = 20)
  - ❑ ФБС после индукции
  - ❑ ФБС через 30 минут после ИК
- ❑ 2 гр. (n = 20) - контроль
- ❑ Оценивали:

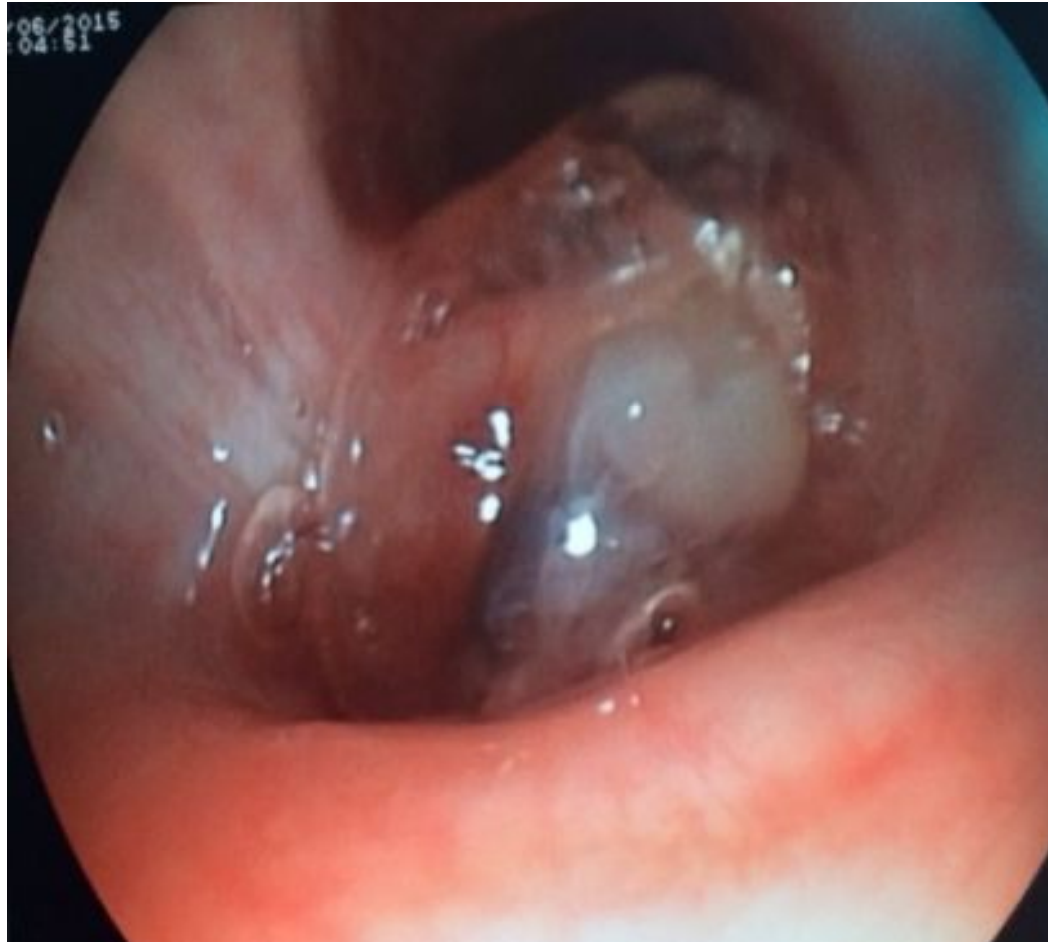
вентилируемость легких, индекс оксигенации; фракцию  
внутрилегочного шунтирования; количество и характер  
отделяемого, легочные осложнения в раннем  
послеоперационном периоде



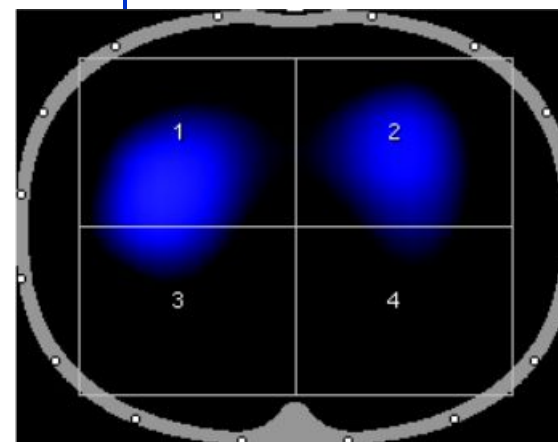
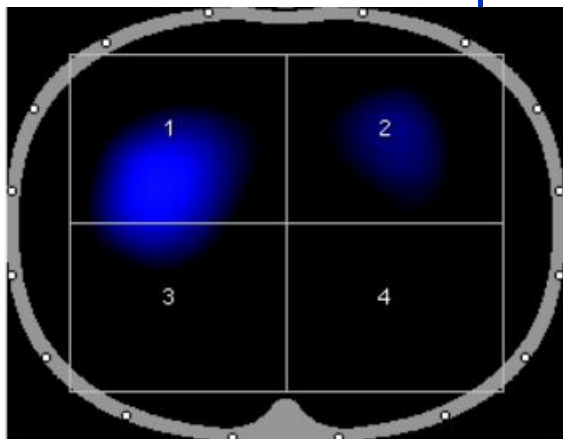
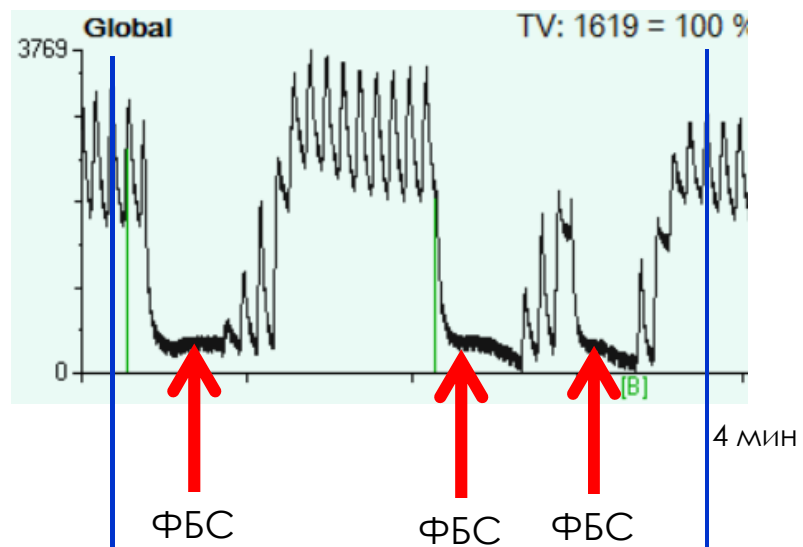
# Санационная ФБС



Что дает интраоперационная ФБС ?

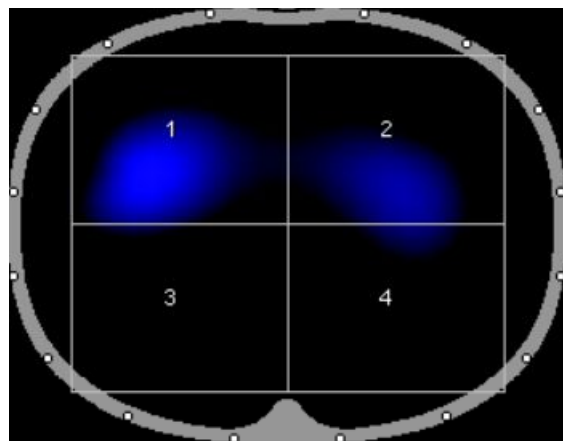
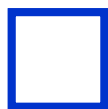


# Санационная ФБС

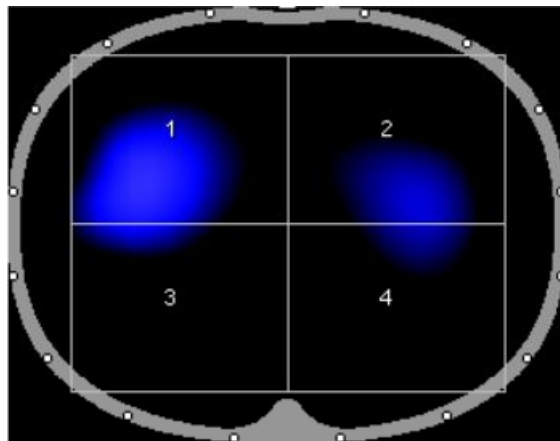


Б-й М-в

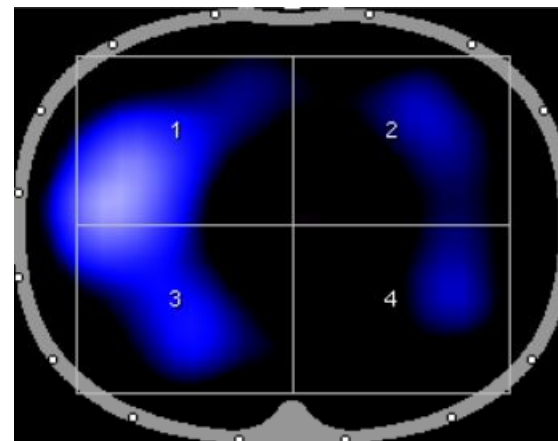
# Протективная ИВЛ + интраоперационная ФБС



Начало операции перед ФБС



После ФБС



Конец операции  
РЕЕР 6 см вод. ст.

Б-й С-в

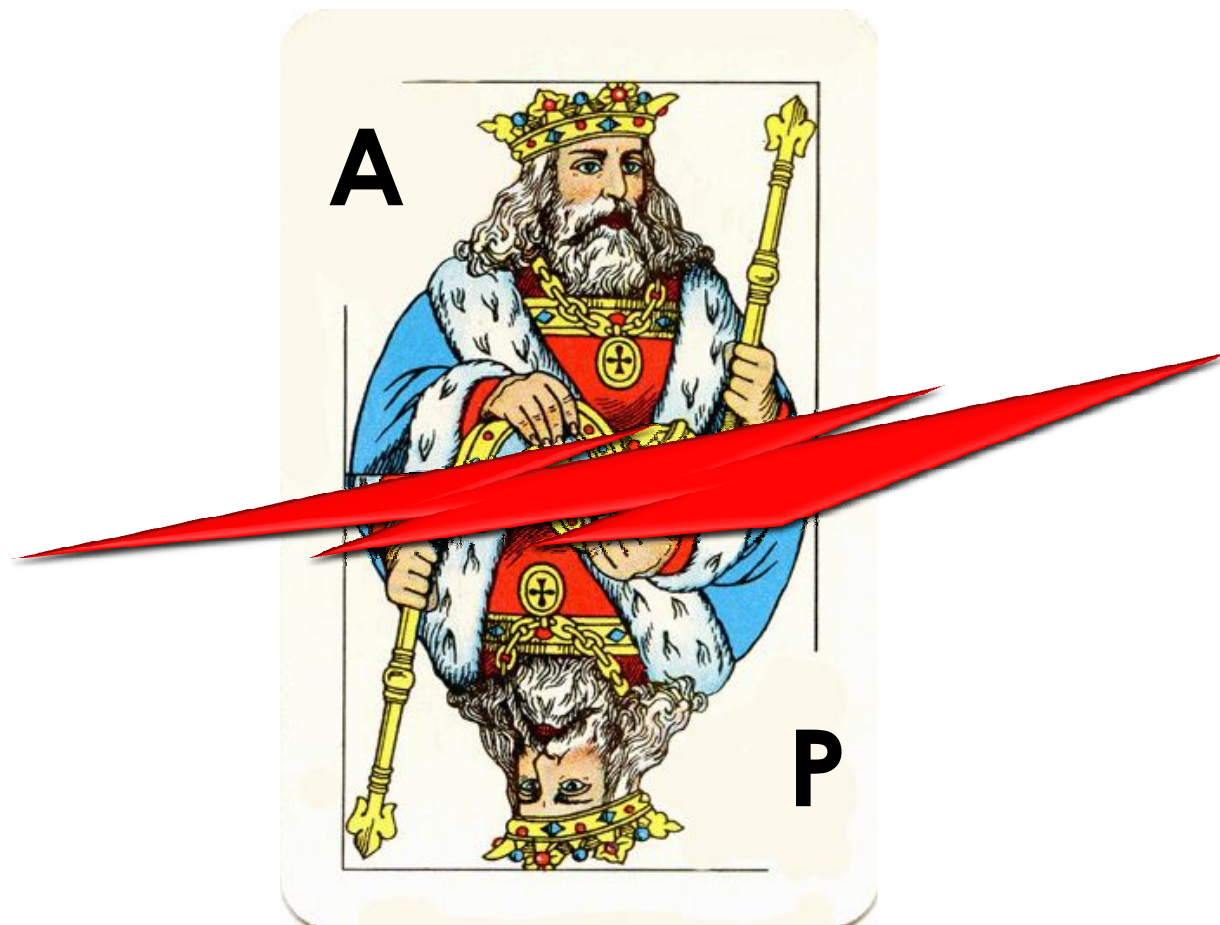
## Резюме №7 :

---

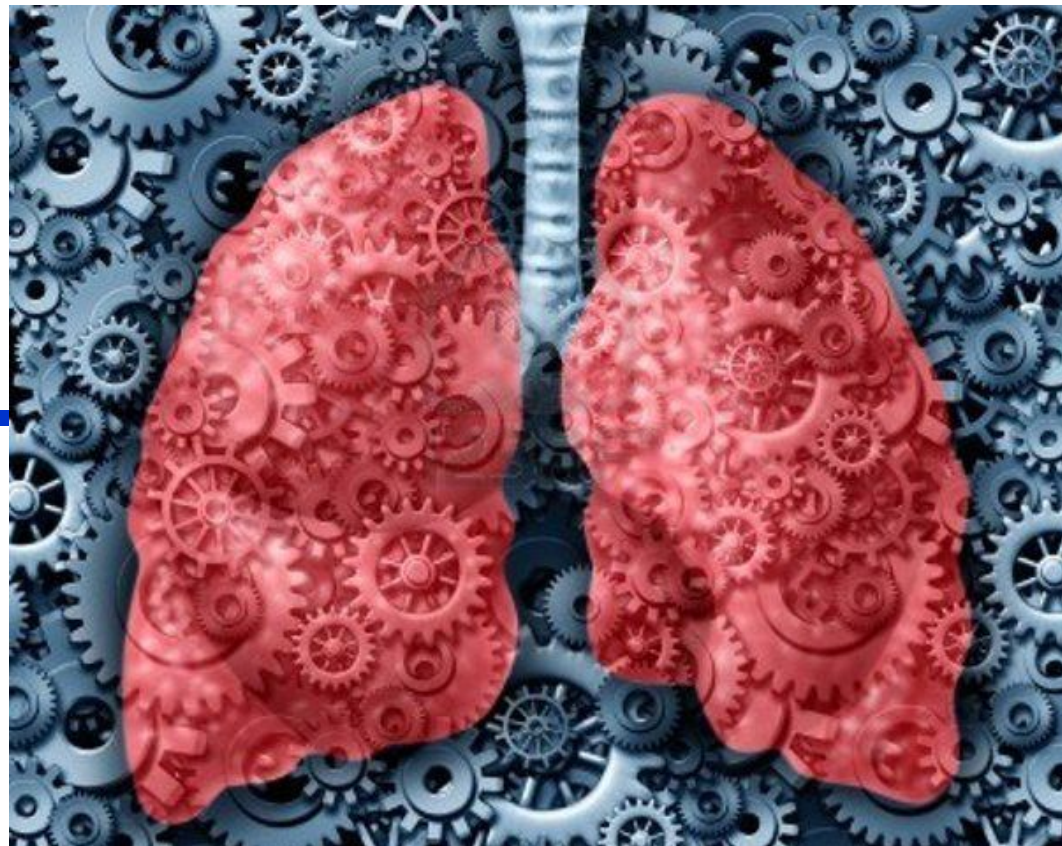
Интраоперационную ФБС  
можно организовать.  
И это стоит сделать

# Глобальное резюме

---



Благодарю за внимание !



**Б.А. Аксельрод. 7403797@mail.ru, +79257403797**