Острый респираторный дистрес синдром (ARDS)

Стратегия респираторной поддержки

базовая информация

- Все виды острых поражений респираторной паренхимы легких сопровождающиеся рестриктивными расстройствами объединяются общим термином - **респираторный дистресс-синдром (РДС)**.

- Это острая дыхательная недостаточность, возникающая при острых повреждениях легких различной этиологии и характеризующаяся некардиогенным (интерстициальным и альвеолярным) отеком легких, нарушениями внешнего дыхания и гипоксией.

Bernard GR et al. *Am J Resp Crit Care Med* 1994;149:818-824
Tasaka S et al. *Pulm Pharmacol Ther* 2002;15:83-95

- Синдром острого воспаления легочной ткани и увеличения проницаемости легочных капилляров
- Некардиогеный отек легких

- «...синдром воспаления и повышенной сосудистой проницаемости, включающий клинические, рентгенологические и физиологические изменения, которые не могут быть объяснены гипертензией в левом предсердии и/или капиллярном русле легких, но могут ею сопровождаться»

Murray JF et al. Am Rev Resp Dis 1988;138:720-723

1) Острое развитие

2) Выраженность изменений по шкале повреждения легких

3) Факторы риска (сепсис, пневмония, аспирация, травма и др.)

Американо-Европейская согласительная конференция (AECC) по острому респираторному дистресс-синдрому (ARDS). 1994

- «…острое состояние, характеризующееся двусторонними легочными инфильтратами и тяжелой гипоксемией при отсутствии доказательств кардиогенного отека легких.»

Таблица 2. Шкала LIS

Исследования	Показатели	Оценка, баллы
Фронтальная рентгенография грудной клетки	Альвеолярной инфильтрации нет	0
	Альвеолярная инфильтрация — 1 квадрант	1
	Альвеолярная инфильтрация — 2 квадранта	2
	Альвеолярная инфильтрация — 3 квадранта	3
	Альвеолярная инфильтрация — 4 квадранта	4
Степень гипоксемии (PaO_2/FiO_2)	> 300 мм рт.ст.	0
	299–255 мм рт.ст.	1
	224–175 мм рт.ст.	2
	174–100 мм рт.ст.	3
	< 100 мм рт.ст.	4
Торакопульмональный комплайенс	> 80 мл/см H_2O	0
	79–60 мл/см H_2O	1
	59–40 мл/см H_2O	2
	39–20 мл/см H_2O	3
	< 20 мл/см H_2O	4
ПДКВ при ИВЛ	0–5 см H_2O	0
	6–8 см H_2O	1
	9–11 см H_2O	2
	12–14 см H_2O	3
	> 14 см H_2O	4

Градация функциональных изменений легких (шкала *LIS*) по *J.F. Murrey et al.* (1988)

Вид исследования	Показатели	Оценка, баллы
Фронтальная рентгенография грудной клетки	Альвеолярной инфильтрации нет	0
	Альвеолярная инфильтрация – 1 квадрант	1
	Альвеолярная инфильтрация – 2 квадранта	2
	Альвеолярная инфильтрация – 3 квадранта	3
	Альвеолярная инфильтрация – 4 квадранта	4
Степень гипоксемии (PaO_2/FiO_2), мм рт.ст.	>300	0
	299–255	1
	224–175	2
	174–100	3
	<100	4
Торакопульмональный комплайнс, мл/ см H_2O	>80	0
	79–60	1
	59–40	2
	39–20	3
	<20	4
Положительное давление к концу выдоха и искусственная вентиляция легких, мл/ см H_2O	0–5	0
	6–8	1
	9–11	2
	12–14	3
	>14	4

Общая сумма баллов делится на число исследованных компонентов и производится оценка:

0 – повреждения легких нет,

0,25–2,5 – умеренное повреждение легких (летальность составляет 40–41%),

>2,5 – тяжелый синдром острого повреждения легких (летальность 58–59%)

Градация функциональных изменений по J.F. Murrey и соавт. (1988)

Балл	PaO_2/FiO_2	Рентгенография	ПДКВ, см вод.ст. (при ИВЛ)	Податливость, мл/см вод.ст.
0	>300	Нет	<6	>80
1	229-225	1 квадрант	6-8	79-60
2	224-175	2 квадранта	9-11	59-40
3	174-100	3 квадранта	12-14	39-20
4	<100	4 квадранта	>14	<20

Примечание: 0 – повреждения нет; 2,5 – умеренное повреждение; >2,5 тяжелый синдром острого повреждения легких

что такое «индекс оксигенации»?

WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia

Main page
Contents
Featured content
Current events
Random article
Donate to Wikipedia
Wikipedia store

Interaction

Help
About Wikipedia
Community portal
Recent changes
Contact page

Tools

What links here

Oxygenation index

From Wikipedia, the free encyclopedia

The **oxygenation index** is a calculation used in intensive care medicine to measure the fraction of inspired oxygen (FiO2) and its usage within the body.

A lower oxygenation index is better - this can be inferred by the equation itself. As the oxygenation of a person improves, they will be able to achieve a higher PaO2 at a lower FiO2. This would be reflected on the formula as a decrease in the numerator or an increase in the denominator - thus lowering the OI. Typically an OI threshold is set for when a neonate should be placed on ECMO, for example >40.

Equation [edit]

$$OI = \frac{FiO_2 \times M_{\mathrm{PAW}}}{PaO_2}$$ [1]

- FiO_2: Fraction of inspired oxygen, in percent;
- M_{PAW}: Mean airway pressure, in mmHg;
- PaO_2: Partial pressure of oxygen in arterial blood, in mmHg.

что такое «среднее давление в дыхательных путях»?

Mean airway pressure typically refers to the mean pressure applied during positive-pressure mechanical ventilation. Mean airway pressure correlates with alveolar ventilation, arterial oxygenation,[1] hemodynamic performance, and barotrauma.[2]

Equations [edit]

Determining the real mean airway pressure is a difficult task and there are several equations aimed at determining the real mean airway pressure. Various equations are suggested to be used to determine the actual mean airway pressure;

$$M_{PAW} = \frac{f \times T_i}{60} \times (P_{IP} - PEEP) + PEEP$$

$$M_{PAW} = \frac{F_1}{F_1 + F_E} \times P_{IP} + \left(1 - \frac{F_1}{F_1 + F_E}\right) \times PEEP$$

$$M_{PAW} = \frac{(R)(T_i)(P_I) + [60 - (R)(T_i)](PEEP)}{60}$$

$$M_{PAW} = \frac{f \times T_i}{60} \times (P_{IP} - PEEP) + PEEP$$ [3]

$$M_{PAW} = \frac{(T_i \times P_{IP}) + (T_e \times PEEP)}{T_i + T_e}$$

Unique mechanical ventilation equations [edit]

Mean airway pressure in airway pressure release ventilation

$$M_{PAW} = \frac{(P_{high} \times T_{high}) + (P_{low} \times T_{low})}{T_{high} + T_{low}}$$

PaO2/FiO2 Ratio

by Chris Nickson, Last updated January 3, 2016

- Отношение PaO2 / FiO2 представляет собой отношение парциального давления артериального кислорода к фракционному содержанию кислорода во вдыхаемой смеси

- aka **показатель Carrico, соотношение PF,**
- **индекс Горовица (индекс гипоксемии) SpO2/FiO2**

- это широко используемый клинический показатель гипоксии, хотя его диагностическая полезность оспаривается на уровне моря нормальна> 500 мм рт. ст.

преимущества

- быстро и просто можно использовать в качестве грубой оценки для выявления значительного градиента Aa: PaO2 должен = FiO2 x 500 (например, 0,21 x 500 = 105 мм рт. ст.)
- Используется в оценке риска по шкале SMART-COP для определения интенсивной респираторной или вазопрессорной поддержки при внебольничной пневмонии (отношение PF <333 мм рт.ст., если возраст <50 лет или отношение PF <250 мм рт.ст., если возраст> 50 лет),
- используется в качестве критерия берлинского определения ARDS (отношение PF <300 мм рт. ст.) и коррелирует со смертностью

НЕДОСТАТКИ

- зависит от барометрического давления, нормальные легкие (с нормальным градиентом Aa) будут иметь более низкие отношения PF на больших высотах, а более высокие отношения PF при нормальном атм. давлении
- не помогут отличить гипоксию от альвеолярной гиповентиляции (высокое PACO2) вследствие других причин, таких как V / Q (тогда как градиент Aa позволяет)
- заметно зависит от FiO2, частично из-за формы кривой диссоциации HbO2,
- сильно зависит от CaO2-CvO2, которая имеет тенденцию сильно флуктуировать при сепсисе
- PF должно использоваться только как правило для обнаружения градиента Aa, когда: PaCO2 является нормальным, и шунт не подозревается

Берлинское определение ОРДС (при ПДКВ≥5 см вод. ст.)

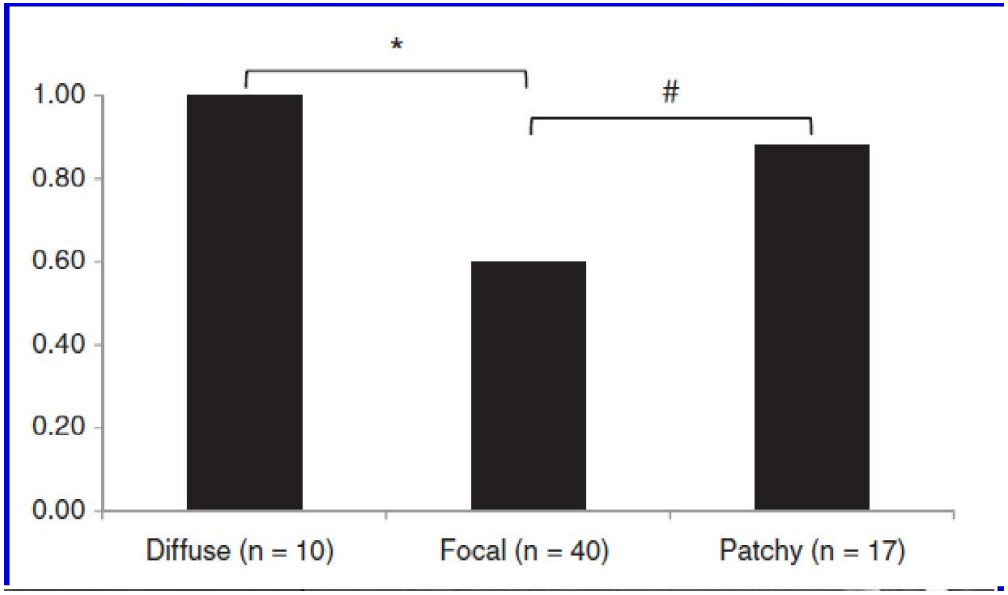
Ranieri VM et al. JAMA 2012; 307:2526–2533.

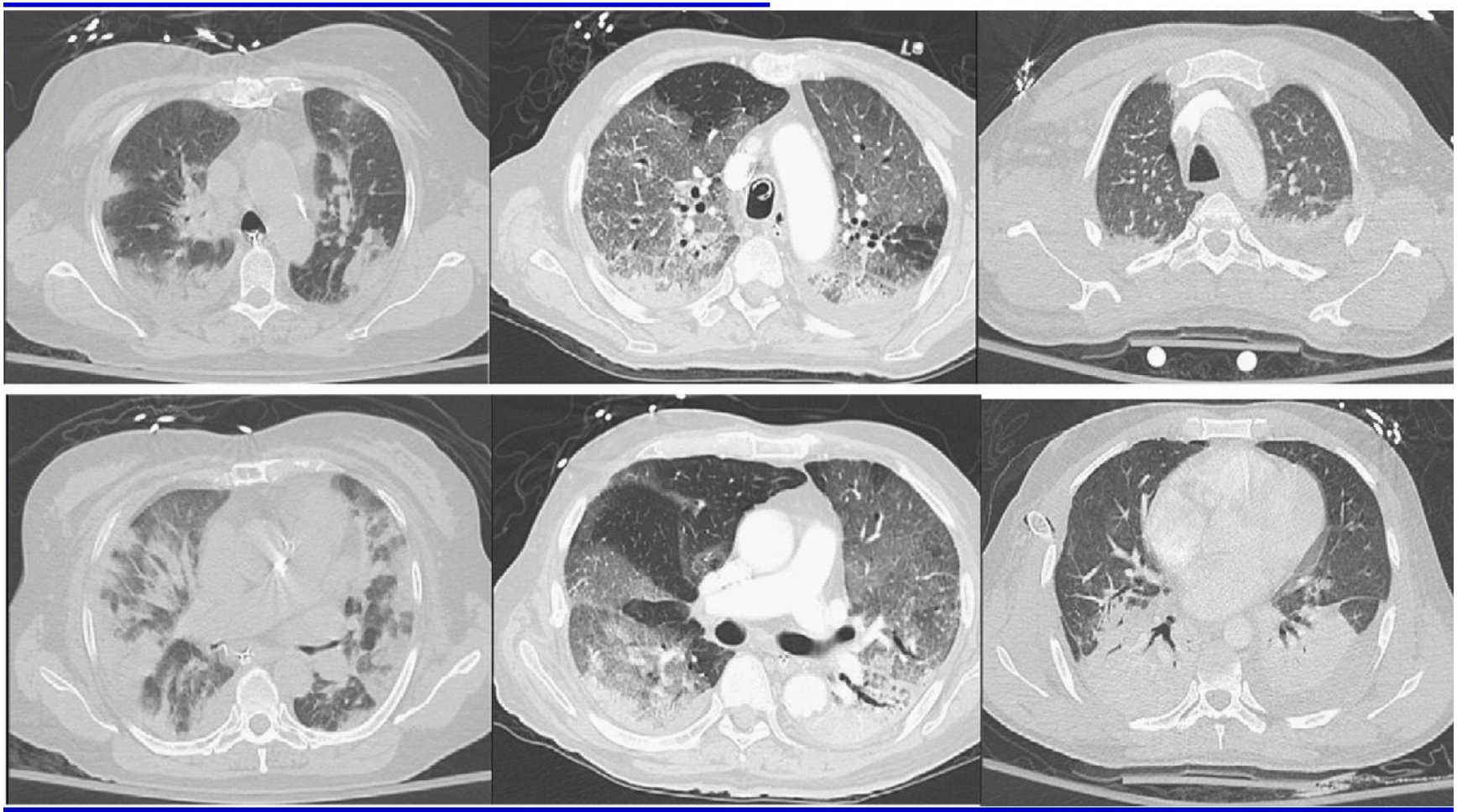
- Использование термина ОРДС вместо ОПЛ
- Включение показателя ПДКВ
- По времени - развитие дыхательной недостаточности в течение 7 предшествующих дней
- По визуализации на Rg или КТ груд. клетки - наличие 2-сторонних инфильтратов, полностью не объясняющееся наличием выпота, коллабирования легочной ткани или узелковых образовании

Rg и КТ грудной клетки при ОРДС

Figueroa-Casas JB et al. J Crit Care 2013;28:352-357

Rg грудной клетки не обладает достаточной чувствительностью для диагностики ОРДС по сравнению с КТ, особенно при очаговом поражении легких





Диффузное поражение Сливное поражение Очаговое поражение

Берлинское определение ОРДС (при ПДКВ≥5 см вод. ст.)

Ranieri VM et al. JAMA 2012; 307:2526–2533.

- По источнику отека легких
- Дыхательная недостаточность, полностью не объясняющаяся сердечной недостаточностью или волемической перегрузкой
- Если нет факторов риска, необходимо объективное обследование (например, ЭхоКГ) для исключения гидростатического отека

Берлинское определение ОРДС (при ПДКВ≥5 см вод. ст.)

Ranieri VM et al. JAMA 2012; 307:2526–2533.

По оксигенации

- Легкий ОРДС: 200<PaO2/FiO2≤300 мм рт. ст. (летальность 27%)
- Умеренный ОРДС: 100<PaO2/FiO2≤200 мм рт. ст. (летальность 32%)
- Тяжелый ОРДС: PaO2/FiO2≤100 мм рт. ст. (летальность 45%)

ОРДС: эпидемиология

Brun-Buisson C et al. Intensive Care Med 2004;30:51-61 Hemmila MR et al. Crit Care Med 2006;34:S278-S290 Rubenfeld GD et al. NEJM 2005;353:1685-1693 Hernu R et al. Intensive Care Med 2013;39:2161–2170

- Частота варьирует от 1.5 до 88 случаев на 100000 человек в год

ОРДС в США: 78.9 случаев на 100000 чел. в год, 3.6 млн. койко-дней

ОРДС по Берлинскому определению: 32 случая на 100000 чел. в год

- Встречается у 3-15% больных ОРИТ (в среднем у 6,85%)
- Летальность 30-60%

ОРДС: эпидемиология

Brun-Buisson C et al. Intensive Care Med 2004;30:51-61 Hemmila MR et al. Crit Care Med 2006;34:S278-S290 Rubenfeld GD et al. NEJM 2005;353:1685-1693 Hernu R et al. Intensive Care Med 2013;39:2161–2170

Исследование Lung Safe (50 стран):

Распознавание ОРДС в первый день у 34% больных

За все время] нахождения ОРДС 60,2% (51,3% - легкий, 78,5% - тяжелый)

40% повторно госпитализируются в течение года

Летальность снизилась но продолжает оставаться высокой 35-46%

Причины ОРДС

Atabai K et al. *Thorax* 2002;57:452-458

Прямые

Более частые

- Аспирационная пневмония
- Пневмония

Менее частые

- Ингаляция токсических веществ
- Ушиб легкого
- Жировая эмболия
- Утопление
- Реперфузионный механизм

Непрямые

Более частые

- Сепсис
- Шок, тяжелая травма
- Массивные гемотрансфузии

Менее частые

- Острый панкреатит
- Искусственное кровообращение
- Острые отравления
- ДВС
- Ожоги
- Острая ЧМТ

Патофизиология ОРДС

в основе лежит:

1. формирование реакции системного воспаления, инициированной повреждающими агентами,

2. неконтролируемый выброс эндогенных медиаторов воспаления,

3. недостаточность механизмов ограничивающих эффект эндогенных медиаторов воспаления,

4. Как результат - органно-системные повреждения.

Стадийный характер формирования ОРДС.

1 этап – эндотоксемия

2 этап – системный воспалительный ответ

3 этап – повреждение эндотелия сосудов

4 этап – клинические проявления

Компоненты токсемии

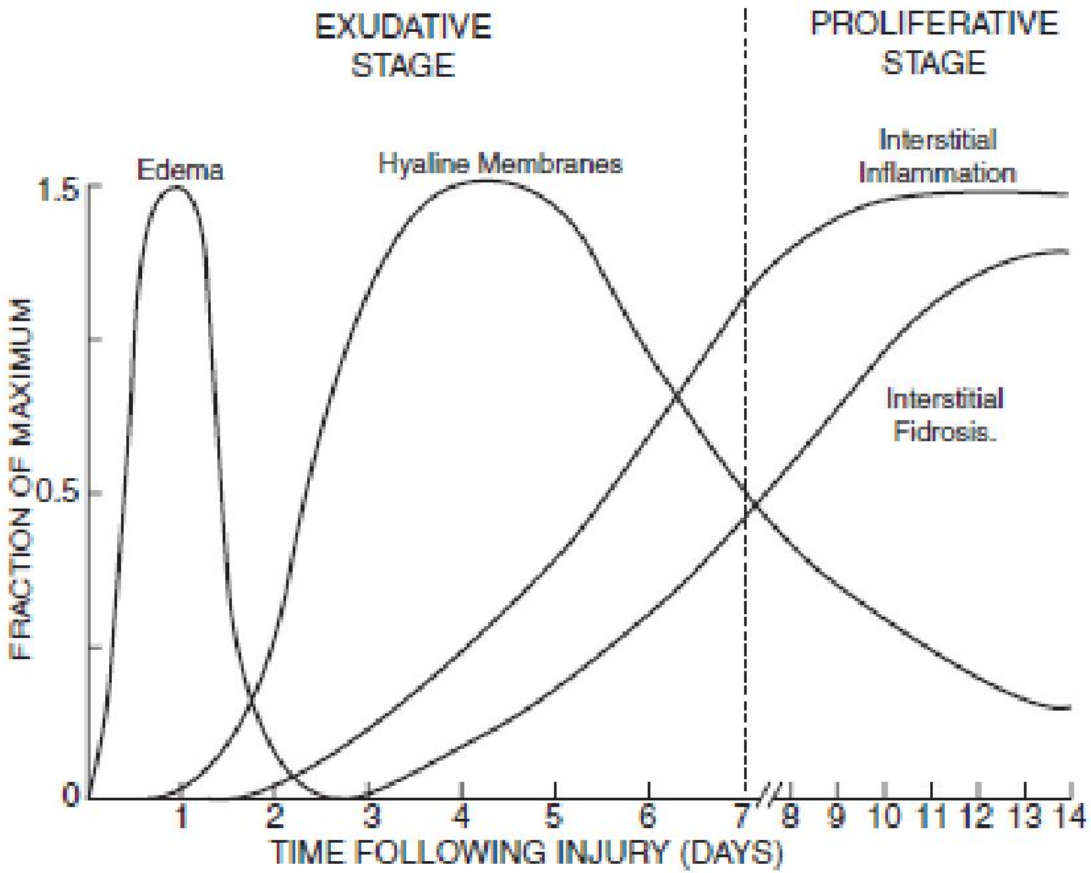
1. бактериальные токсины,

- *экзотоксины (липопротеины, пептидогликан, тейхоевая кислота),*
- *эндотоксины (LPS — липополисахарид, компонент ресничек бактерий флагеллин, ДНК, РНК и др.)*

2. продукты тканевого распада (*разрушенные ткани из зоны воспаления, обломки тканей из зоны травмы и т.д.*),

3. агенты с антигенной активностью (*донорская кровь, чужеродные и собственные антигены и т.д.*).

Схема протекания ОРДС

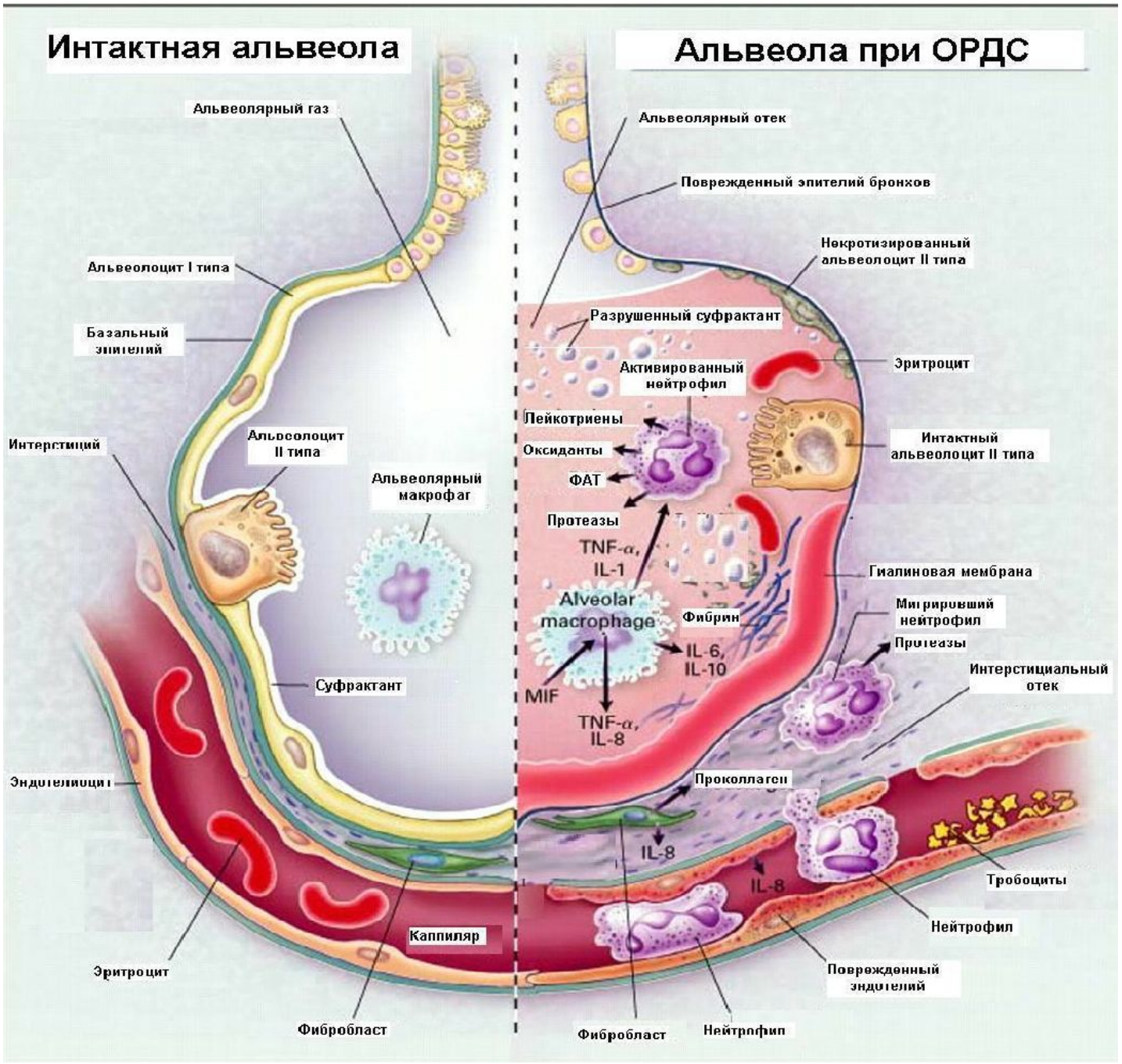


Katzenstein AA, Askin FB: Surgical Pathology of Non-Neoplastic Lung Diseases,2nd ed. Philadelphia, Saunders, 1990.

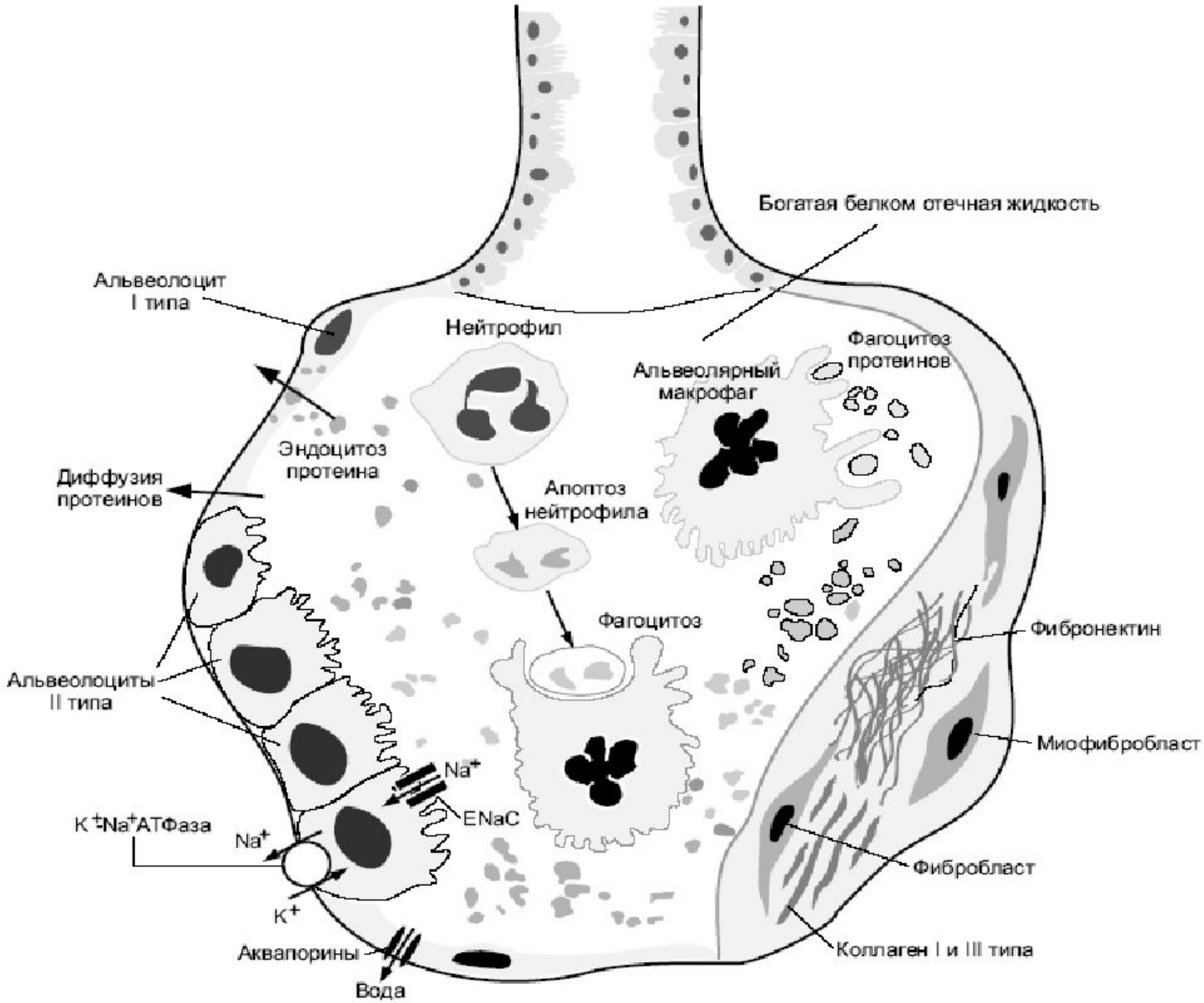
Katzenstein AA, Askin FB: Surgical Pathology of Non-Neoplastic Lung Diseases,2nd ed. Philadelphia, Saunders, 1990.

Морфологические стадии ОРДС

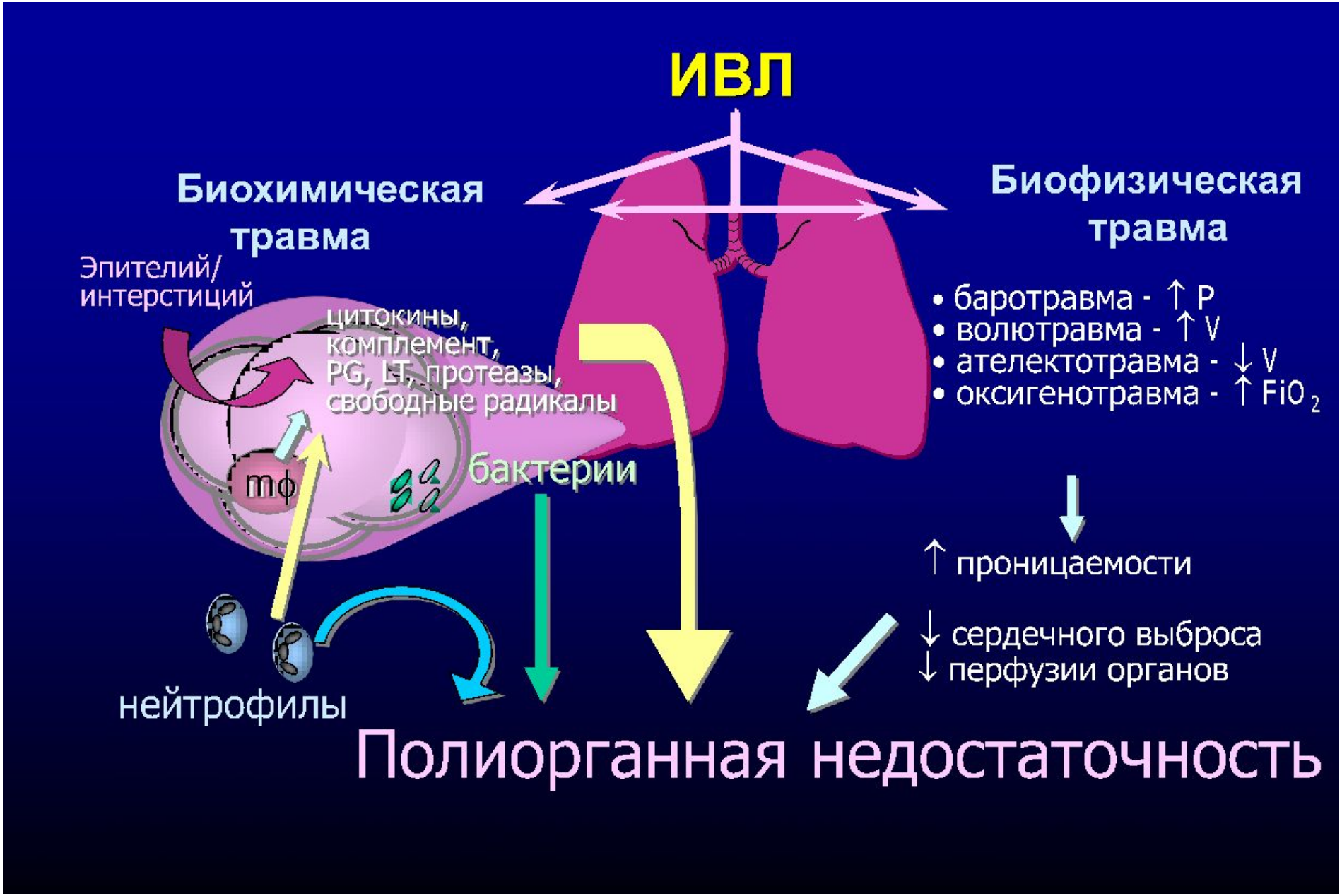
- Экссудативная
- Пролиферативная
- Фиброзная


Интактная альвеола
Альвеолярный газ
Альвеолоцит I типа
Базальный эпителий
Интерстиций
Альвеолоцит II типа
Альвеолярный макрофаг
Суфрактант
Эндотелиоцит
Эритроцит
Каппиляр
Фибробласт
Альвеола при ОРДС
Альвеолярный отек
Поврежденный эпителий бронхов
Некротизированный альвеолоцит II типа
Разрушенный суфрактант
Активированный нейтрофил
Эритроцит
Лейкотриены
Оксиданты
ФАТ
Протеазы
Интактный альвеолоцит II типа
TNF-α, IL-1
Alveolar macrophage
Фибрин
Гиалиновая мембрана
Мигрировший нейтрофил
Протеазы
IL-6, IL-10
MIF
TNF-α, IL-8
Интерстициальный отек
Проколлаген
IL-8
IL-8
Тробоциты
Нейтрофил
Поврежденный эндотелий
Фибробласт
Нейтрофил

Резорбция альвеолярной жидкости и протеина



Постепенное разрешение фиброза


ИВЛ
Биохимическая травма
Биофизическая травма
Эпителий/ интерстиций
цитокины, комплемент, PG, LT, протеазы, свободные радикалы
mφ
бактерии
нейтрофилы
• баротравма - ↑ P
• волютравма - ↑ V
• ателектотравма - ↓ V
• оксигенотравма - ↑ FiO2
↑ проницаемости
↓ сердечного выброса
↓ перфузии органов
Полиорганная недостаточность

Механизмы артериальной гипоксемии

- Нарушение диффузии кислорода в альвеолах.
- Нарушение отношения вентиляция-перфузия (V/Q).
- Сброс (шунтирование) венозной крови в артериальное русло.
- Патологическая десатурация системной венозной крови.

Терапия ОРДС

Martin GS et al. Intensive Care Med 2001;27:S63-S79 Киров М. Ю., Кузьков В.В., Недашковский Э.В. Острое повреждение легких при сепсисе, 2004 Острый респираторный дистресс-синдром (под. ред. Гельфанда Б.Р., Кассиля В.Л.), 2007

- Этиотропная терапия
- Коррекция гемодинамики
- Фармакотерапия
- **Респираторная поддержка**

Терапия ОРДС 2017-2018

Clinical Review & Education

JAMA | Review

Acute Respiratory Distress Syndrome Advances in Diagnosis and Treatment

Eddy Fan, MD, PhD; Daniel Brodie, MD; Arthur S. Slutsky, MD

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

REVIEW ARTICLE

Jeffrey M. Drazen, M.D., *Editor*

Acute Respiratory Distress Syndrome

B. Taylor Thompson, M.D., Rachel C. Chambers, Ph.D., and Kathleen D. Liu, M.D., Ph.D.

GUIDELINES ON THE MANAGEMENT OF

ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

Version 1
July 2018

The Faculty of
Intensive Care Medicine

intensive care society
care when it matters

AMERICAN THORACIC SOCIETY DOCUMENTS

An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome

Eddy Fan, Lorenzo Del Sorbo, Ewan C. Goligher, Carol L. Hodgson, Laveena Munshi, Allan J. Walkey, Neill K. J. Adhikari, Marcelo B. P. Amato, Richard Branson, Roy G. Brower, Niall D. Ferguson, Ognjen Gajic, Luciano Gattinoni, Dean Hess, Jordi Mancebo, Maureen O. Meade, Daniel F. McAuley, Antonio Pesenti, V. Marco Ranieri, Gordon D. Rubenfeld, Eileen Rubin, Maureen Seckel, Arthur S. Slutsky, Daniel Talmor, B. Taylor Thompson, Hannah Wunsch, Elizabeth Uleryk, Jan Brozek, and Laurent J. Brochard; on behalf of the American Thoracic Society, European Society of Intensive Care Medicine, and Society of Critical Care Medicine

This official clinical practice guideline of the American Thoracic Society (ATS), European Society of Intensive Care Medicine (ESICM), and Society of Critical Care Medicine (SCCM) was approved by the ATS, ESICM, and SCCM, March 2017

GUIDELINE Open Access

The clinical practice guideline for the management of ARDS in Japan

Satoru Hashimoto[1*], Masamitsu Sanui[2], Moritoki Egi[3], Shinichiro Ohshimo[4], Junji Shiotsuka[5], Ryutaro Seo[6], Ryoma Tanaka[7], Yu Tanaka[8], Yasuhiro Norisue[9], Yoshiro Hayashi[10], Eishu Nango[11] and ARDS clinical practice guideline committee from the Japanese Society of Respiratory Care Medicine and the Japanese Society of Intensive Care Medicine

Терапия ОРДС

- Терапия ОРДС должна быть комплексной
- Инвазивный мониторинг гемодинамики
- Использование методов экстракорпоральной детоксикации, дегидратации, оксигенации и пр
- Физиотерапия
- Уход
- Респираторная подержка
- И пр.

Общие аспекты

Контроль метаболизма:

- нормогликемия
- раннее энтеральное питание
- иммуносмеси: аргинин, глутамин, вит. Е и С, нуклеотиды, ω3 - жирные кислоты, волокна, карнитин, селен
- «пульмодиеты» с содержанием липидов до 55% для снижения продукции CO_2

Инфузия

- Инфузионная терапия, инотропы/ вазопрессоры, диуретики, почечная заместительная терапия
- Ограничение жидкости: поддержание ОЦК на минимальном уровне, достаточном для обеспечения адекватного кровоснабжения органов – снижение продолжительности ИВЛ и пребывания в ОРИТ
- Ориентиры: нижние границы нормальных значений ЦВД, ДЗЛК, ВГОК, показатель ВСВЛ

Спорные и старые подходы

- Общая цель: улучшение транспорта кислорода и его утилизации тканями
- Кристаллоиды - коррекция ВЭБ
- Коллоиды (ГЭК) уменьшают активацию эндотелия и отек легких
- Гипоонкия (белок<50 г/л):

- При нормальной проницаемости – альбумин?
- Гидроксиэтилкрахмалы + фуросемид (?)

Guidelines on the Management of ARDS

6 July 2018

«Несмотря на низкое качество доказательств для большинства результатов, консервативная инфузионная стратегия может быть полезна без признаков вреда. Поэтому мы предлагаем, чтобы у взрослых пациентов с ARDS клиницисты рассматривали использование консервативной стратегии инфузии, которая предполагает ограничение жидкости, диуретики и, возможно, гиперонкотический альбумин, чтобы избежать положительного баланса жидкости…»

Guidelines on the Management of ARDS
6 July 2018

- «Аспирин неэффективен в предотвращении ARDS у пациентов с высоким риском развития синдрома.»
- «Фармакологические методы лечения , такие как beta2 - агонисты, статины, и фактор роста кератиноцитов, которые были нацелены на конкретные патофизиологические изменения при ОРДС, были не выгодны и продемонстрировали потенциальный вред применения.»

ГКС

- Сообщалось о среднем снижении на 4,8 дня пребывания в стационаре при лечении стероидами, но общее качество исследований было очень низким.
- Ни одно исследование не сообщало о качестве жизни.
- Потенциальный вред при лечении стероидами включал избыток госпитальных инфекций, нейромиопатии и делирия.

стероиды

«Существующие доказательства включают в себя возможность существенной пользы для пациентов, а риск вреда представляется небольшим. Однако данные клинических испытаний были низкими и очень низкими по сравнению с клиническими испытаниями, которые в основном проводились до нынешней эры легочной защитной вентиляции.»

«В качестве предостережения следует упомянуть, что специфические расстройства, чувствительные к стероидам, могут имитировать картину ОРДС, например пневмоцистная пневмония, острая эозинофильная пневмония, диффузное альвеолярное кровоизлияние. В настоящее время запланировано большое многоцентровое исследование стероидов в установленных ARDS.»

ОРДС: респираторная поддержка

- «Краеугольным камнем управления остается механическая вентиляция с целью минимизировать вызванное вентилятором повреждение легких (VILI)» 2017-2018

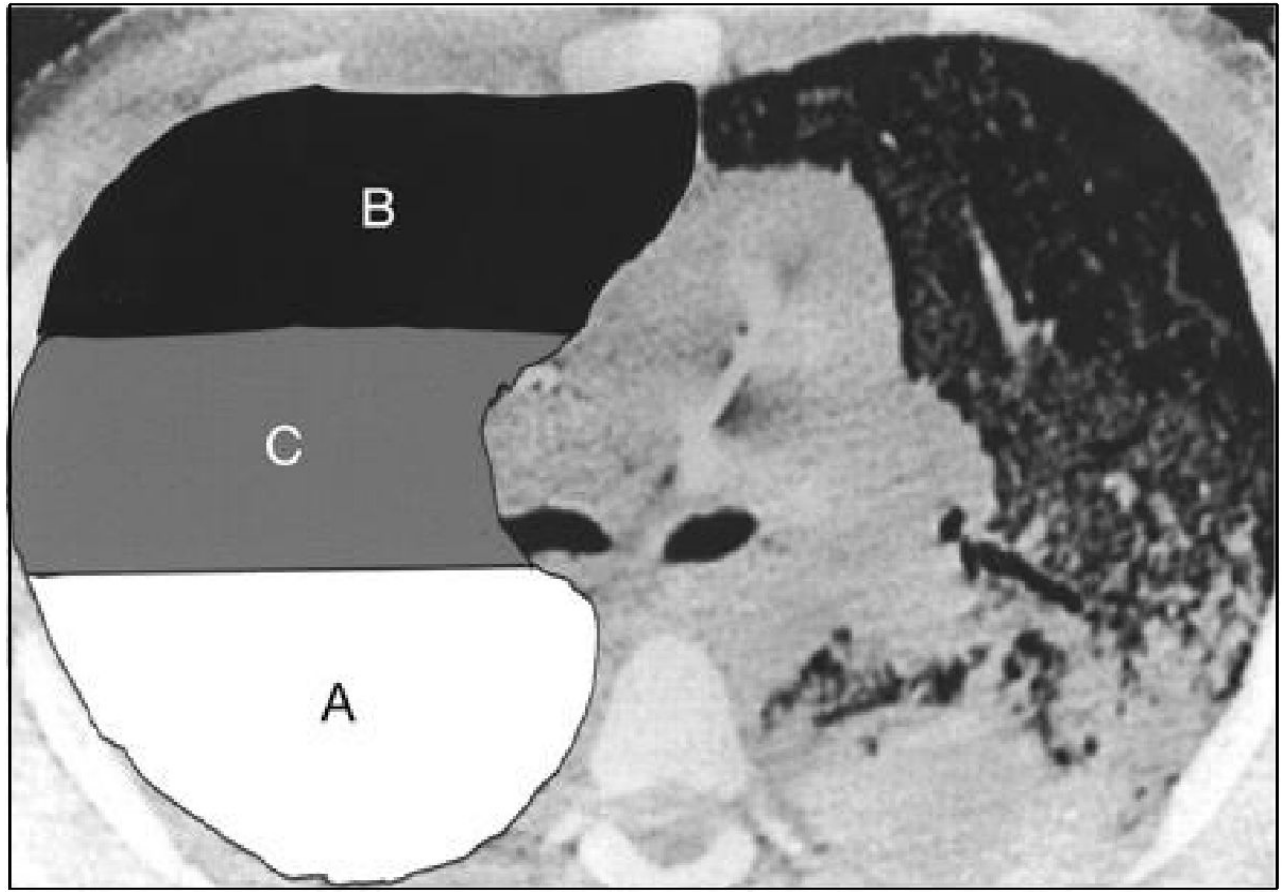
Задачи респираторной поддержки при ОРДС

Гельфанд Б.Р., Кассиль В.Л., Острый респираторный дистресс-синдром, 2007

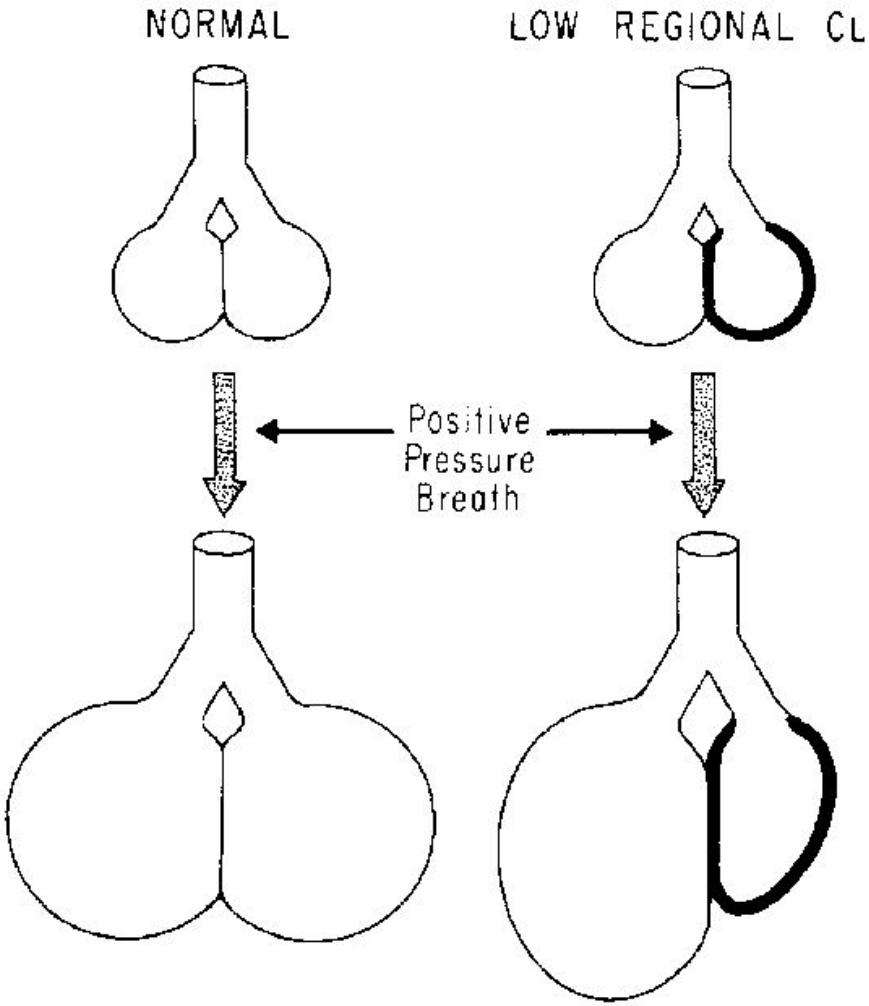
- Оптимизация газообмена
- Уменьшение работы дыхания
- Снижение потребления O2
- Предотвращение волюмо-, баро-, био- и ателектотравмы

Негомогенность поражения легких, усиливающееся при утяжелении ОРДС: отечность, консолидация, «перераздутость» в разных участках.

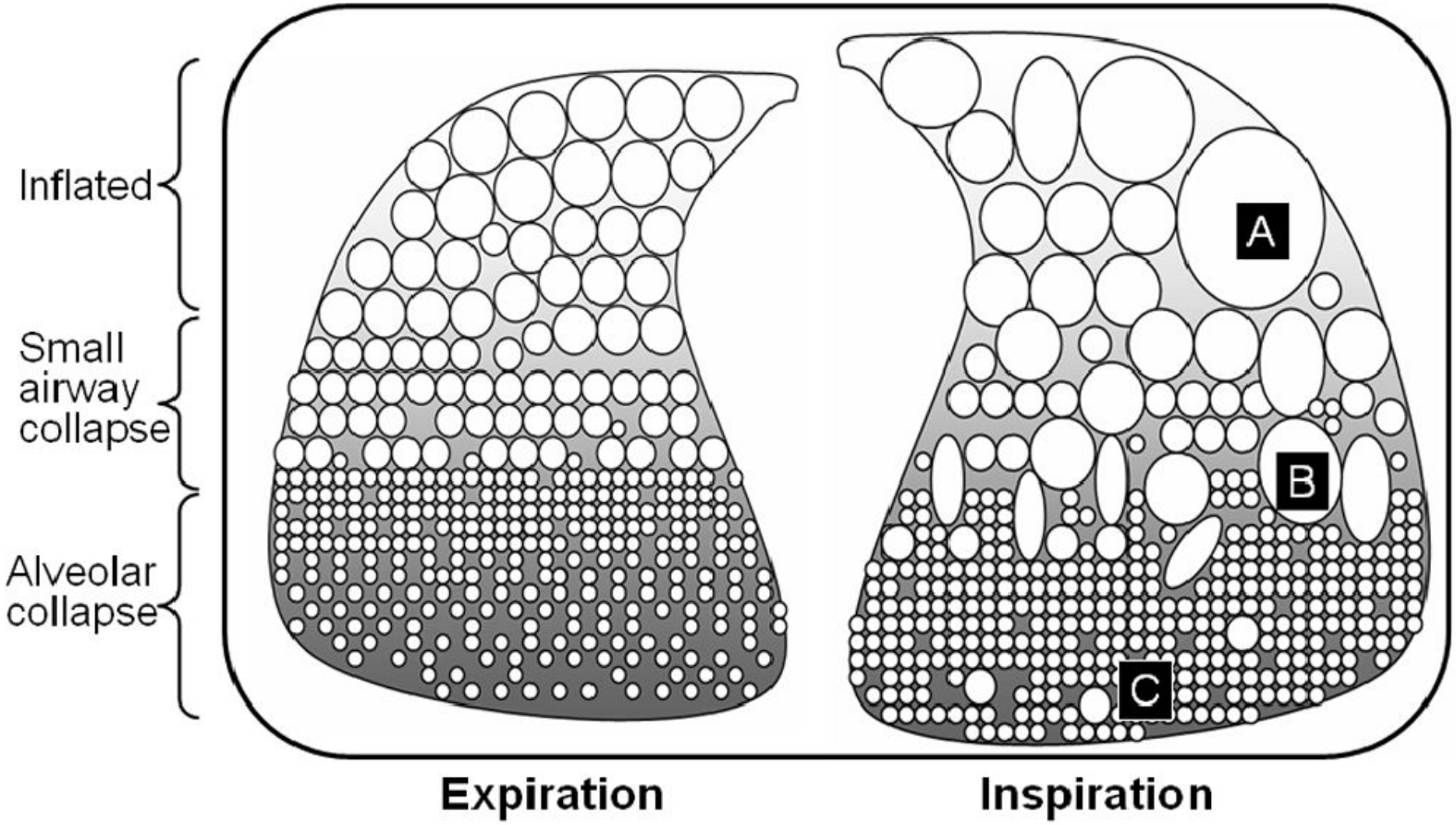
Вывод: невозможно найти оптимальный режим вентилляции для различных участков легких



Механизм повреждения легких ИВЛ при паренхиматозных изменениях



Механизм повреждения



ОРДС: респираторная поддержка

- Оксигенация: поддержание SaO2=92-97% (PaO2=70-90 мм рт. ст.), FiO2<0,6
- Перевод на ИВЛ при ЧД>35 в мин, SatHbO2<90% (PaO2<60 мм рт. ст.) на фоне ингаляции O2, ИЛИ нарушении ментального статуса
- Приподнятый головной конец на 30-45° - профилактика пневмонии
- Поздний перевод на ИВЛ ассоциируется с ухудшением клинического исхода

ОРДС: респираторная поддержка

- Профилактика риска баро- и волюмо-травмы

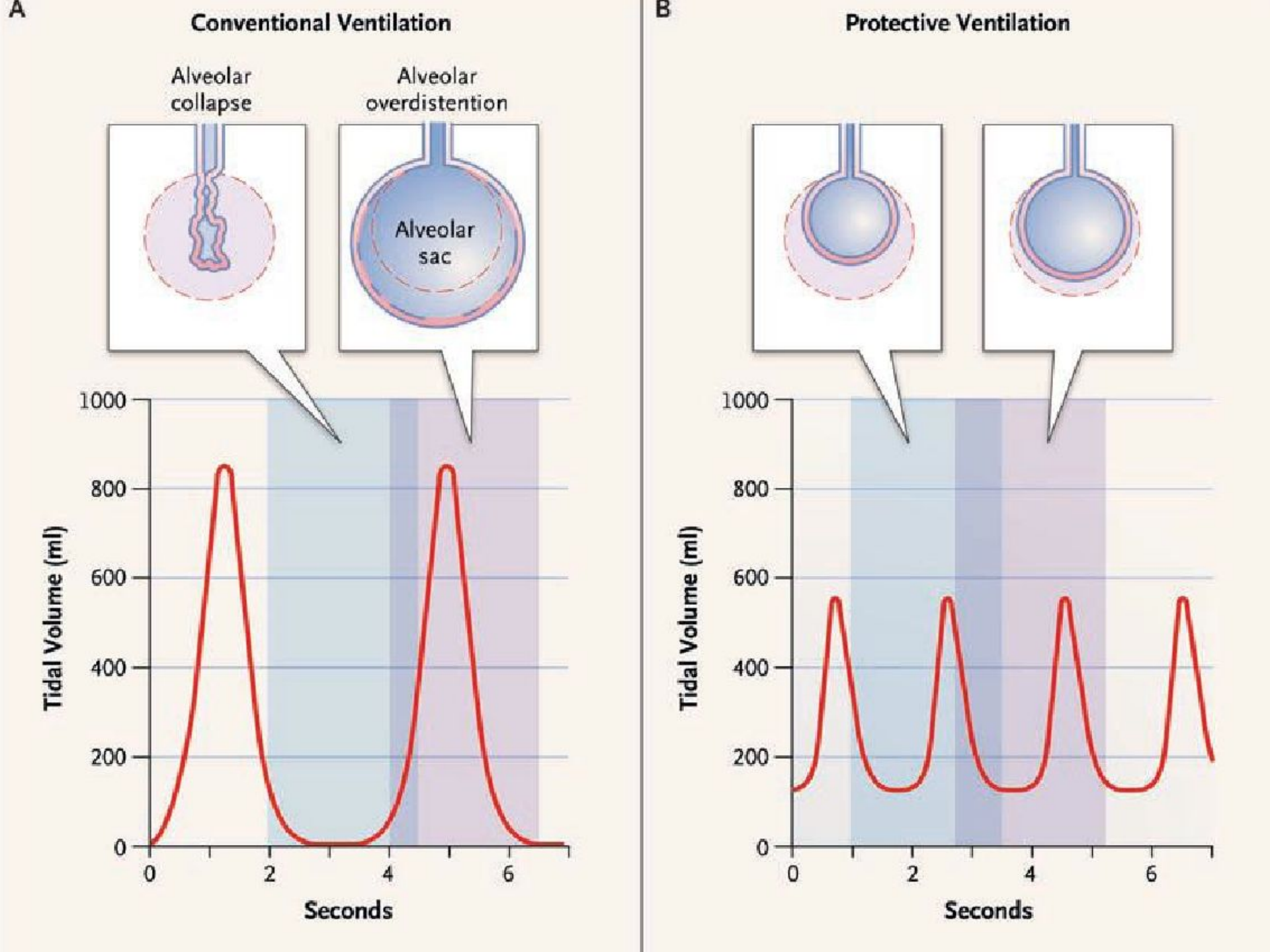
- ДО= **4**-8 мл/кг, (начиная с 6 мл/кг)

- Рплато<30 см Н2О,

- Рпик<35 см Н2О,

- адекватный ПДКВ

- Пермиссивная гиперкапния: опасность при отеке мозга и на фоне шока
- Поддержание pH>7.15


A
Conventional Ventilation
Alveolar collapse
Alveolar overdistention
Alveolar sac
Tidal Volume (ml)
1000
800
600
400
200
0
0
2
4
6
Seconds
B
Protective Ventilation
Tidal Volume (ml)
1000
800
600
400
200
0
0
2
4
6
Seconds

Расчет дыхательного объема по предсказанной массе тела (ПМТ)

Malhotra A. NEJM 2007;357:1113-1120 Yilmaz M., Gajic O. Eur J Anaesth 2008;25:89-96

Мужчины ПМТ (кг) = 50 + 0,91 х (рост, см – 152,4)

Женщины ПМТ (кг) = 45,5 + 0,91 х (рост, см –152,4)

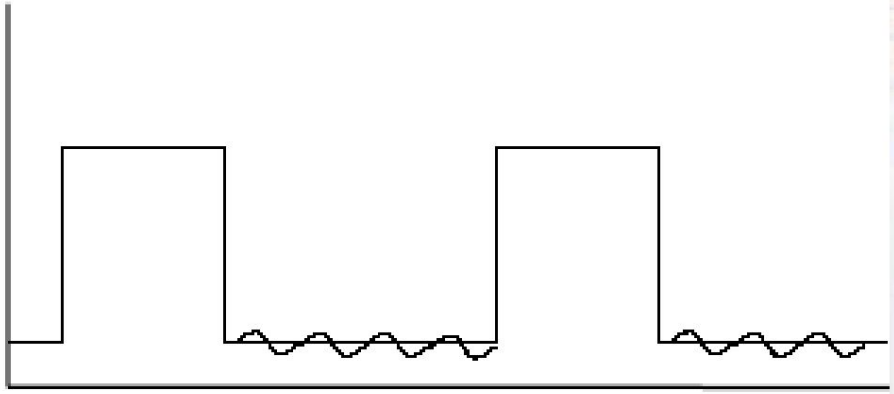
Протективная ИВЛ вне ОРДС

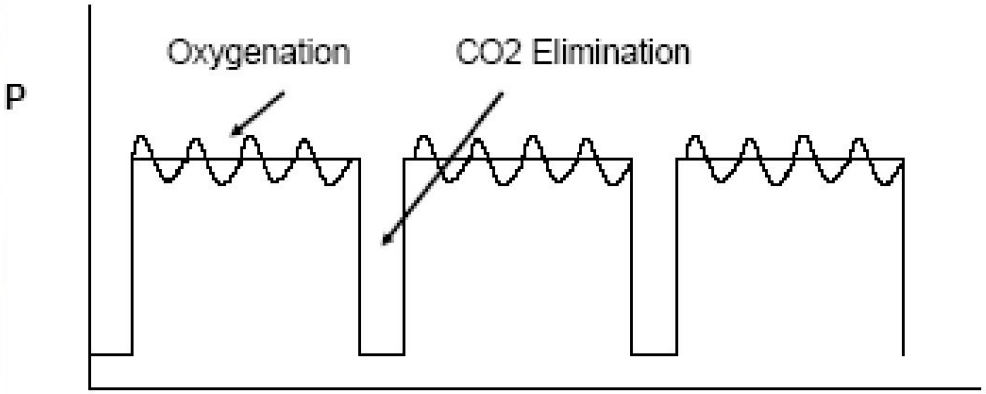
- протективная ИВЛ рекомендована и пациентам без ОРДС в периоперационном периоде (ДО=7 мл/кг), как профилактика ОРДС и VILI (снижение их частоты на 20-25%)

- ПДКВ - по кривой “давление-объем”, по оптимальной оксигенации и комплайнсу (?)
- Инверсия вдоха к выдоху (?): улучшение оксигенации, но рост ауто-ПДКВ и снижение сердечного выброса
- Вентиляция, контролируемая по давлению или по объему (?)
- «Driving pressure» или «дельта Р» - разница между ПДКВ и Плато (должна быть менее 16-14 см) в теории равно соотношению обём/комплаенс (если ИВЛ проводится по объему)

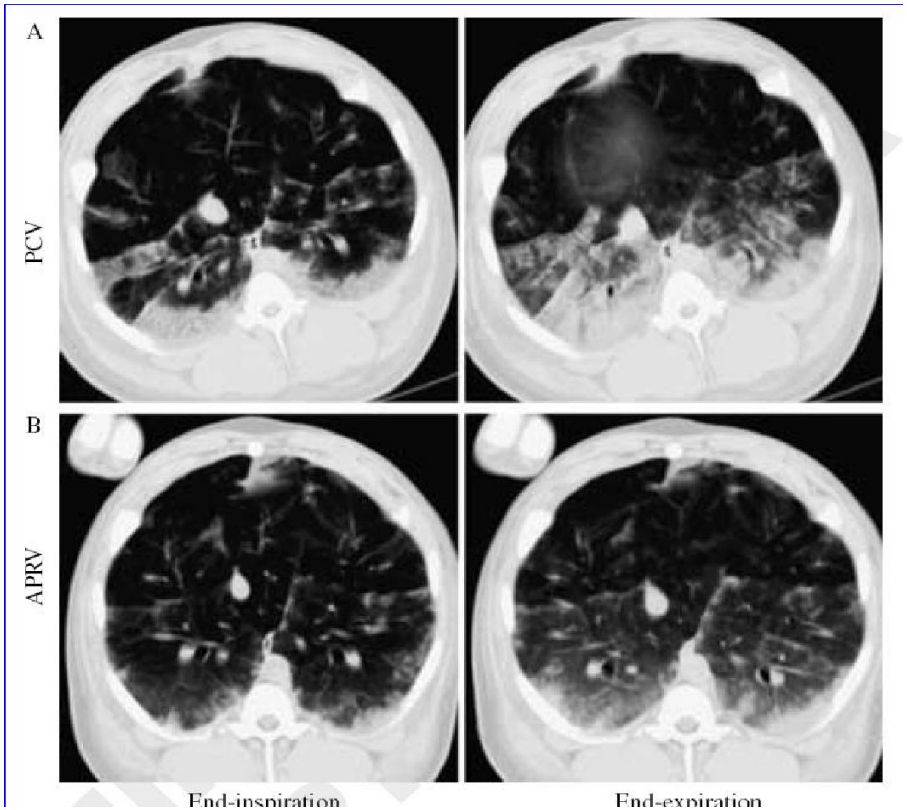
некоторые полезные режимы ИВЛ

Biphasic Positive Pressure Ventilation (BiPAP), Airway Pressure Release Ventilation (APRV): возможность спонтанного дыхания, снижение давлений в дых. путях, сокращение длительности ИВЛ, снижение потребности в седации. Инвертирование



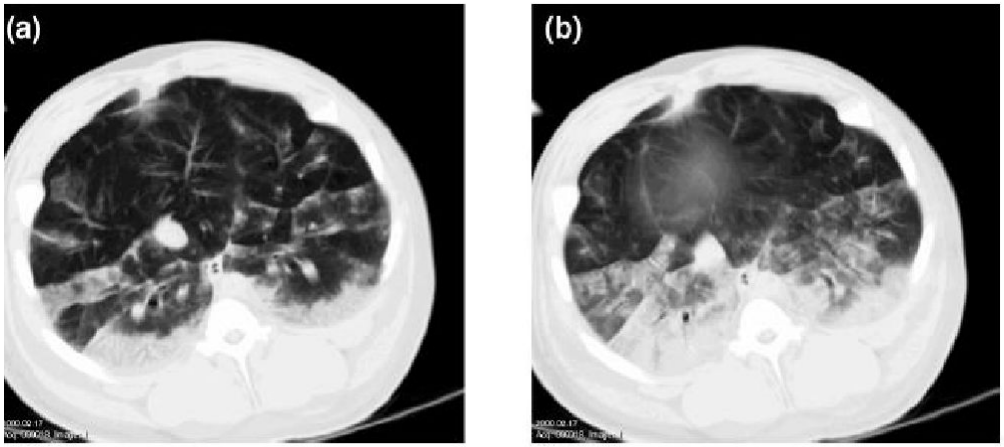


- BiPAP и APRV – улучшение оксигенации по сравнению с объемной ИВЛ
- При ОРДС APRV улучшает аэрацию легких по сравнению с ИВЛ по давлению

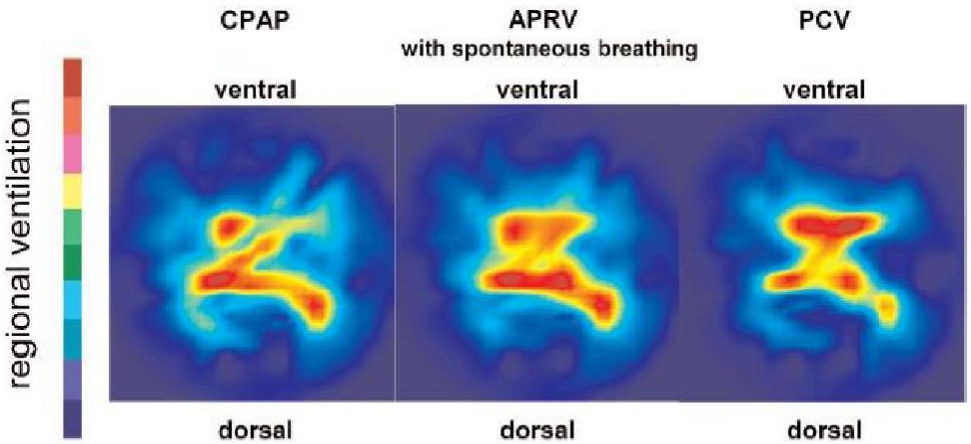


APRV со спонтанным дыханием APRV без спонтанного дыхания

К
Т



электро-
импедансная
томография



Установки при переводе в режим APRV:

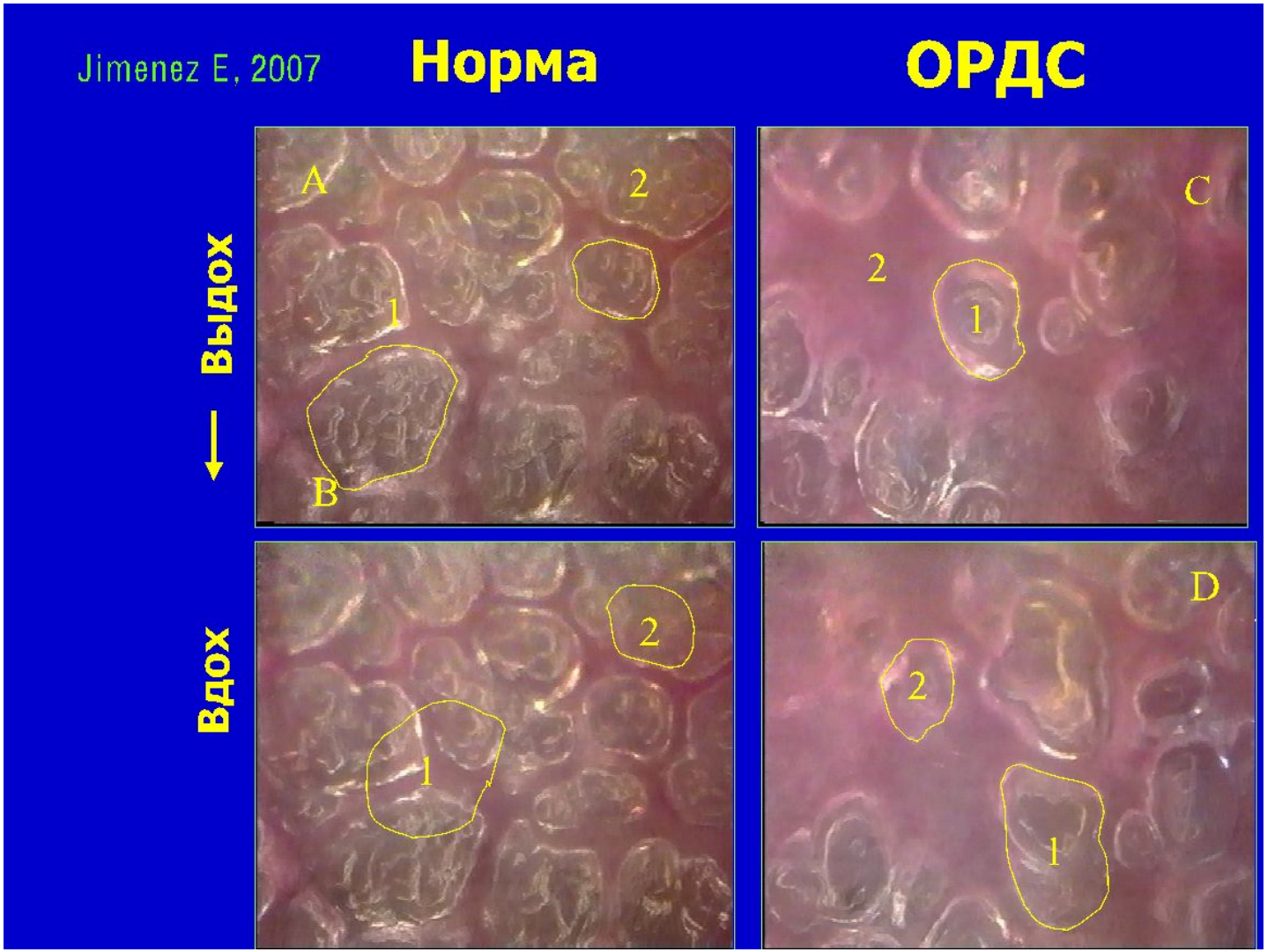
- Phigh – на уровне Рплато (20-35 см H2O) при объемной ИВЛ или Рпик при ИВЛ по давлению
- Plow – 0 см H2O (эффект «Ауто ПДКВ»)
- Thigh – 4-6 с
- Tlow – 0,2-0,8 с при рестриктивной ОДН, 0,8-1,5 с при обструктивной ОДН

Переход на этот режим обоснован только при появлении попыток спонтанного дыхания!

Комфорт пациента и улучшение протективности ИВЛ

- Режим адаптивной поддерживающей вентиляции ASV «Intelvent» - обратная связь по оксигенации и капнометрии путем повышения FiO2, увеличения ПДКВ или увеличения МОВ
- Этот режим позволяет сделать ИВЛ более протективной и уменьшить FiO2
- «Автопилот никогда не заменит летчика»

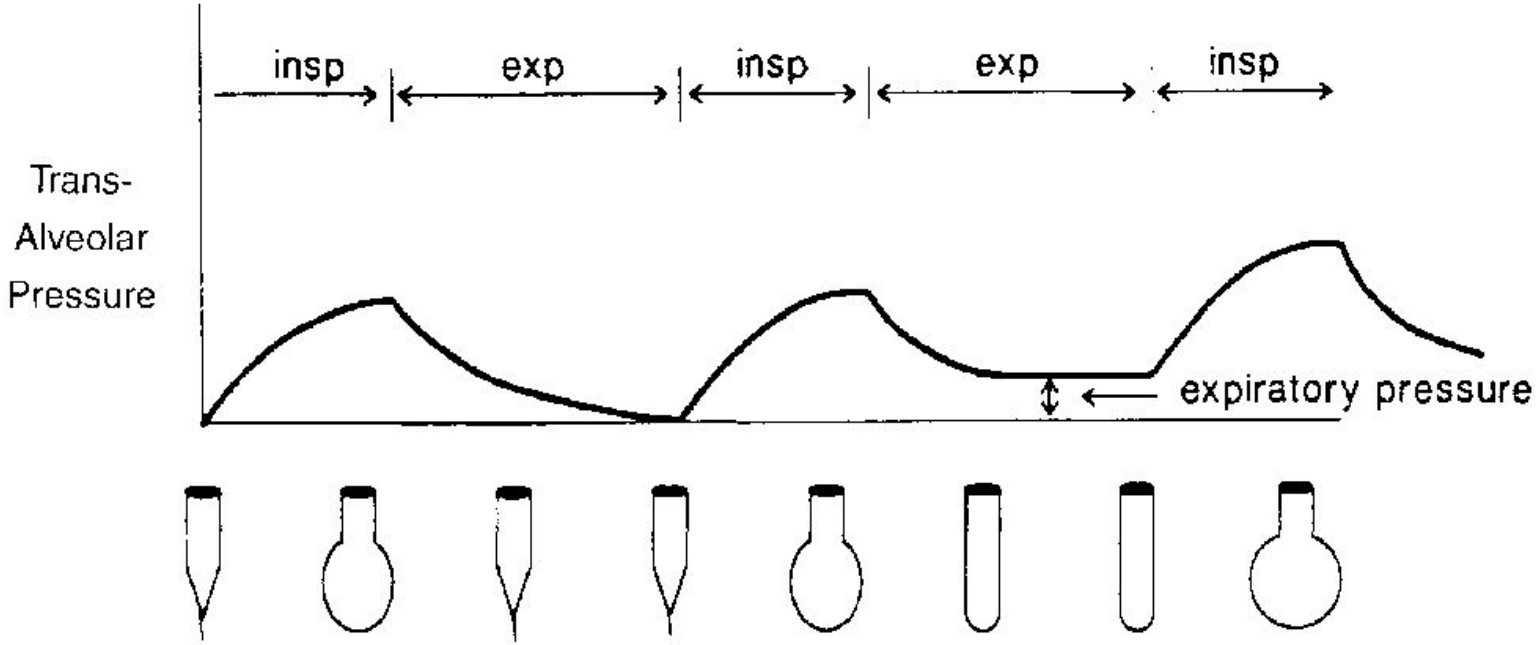
многие альвеолы находятся в спавшемся состоянии



Концепция “открытых легких“

- Сначала «открываем альвеолы» а потом «сохраняем их открытыми»
- Временное повышение давления в дыхательных путях для открытия нестабильных альвеол (рекрутмент)
- Сохраняйте легкое открытым с помощью ПДКВ, превышающего давление закрытия дыхательных путей

Стратегия применения ПДКВ



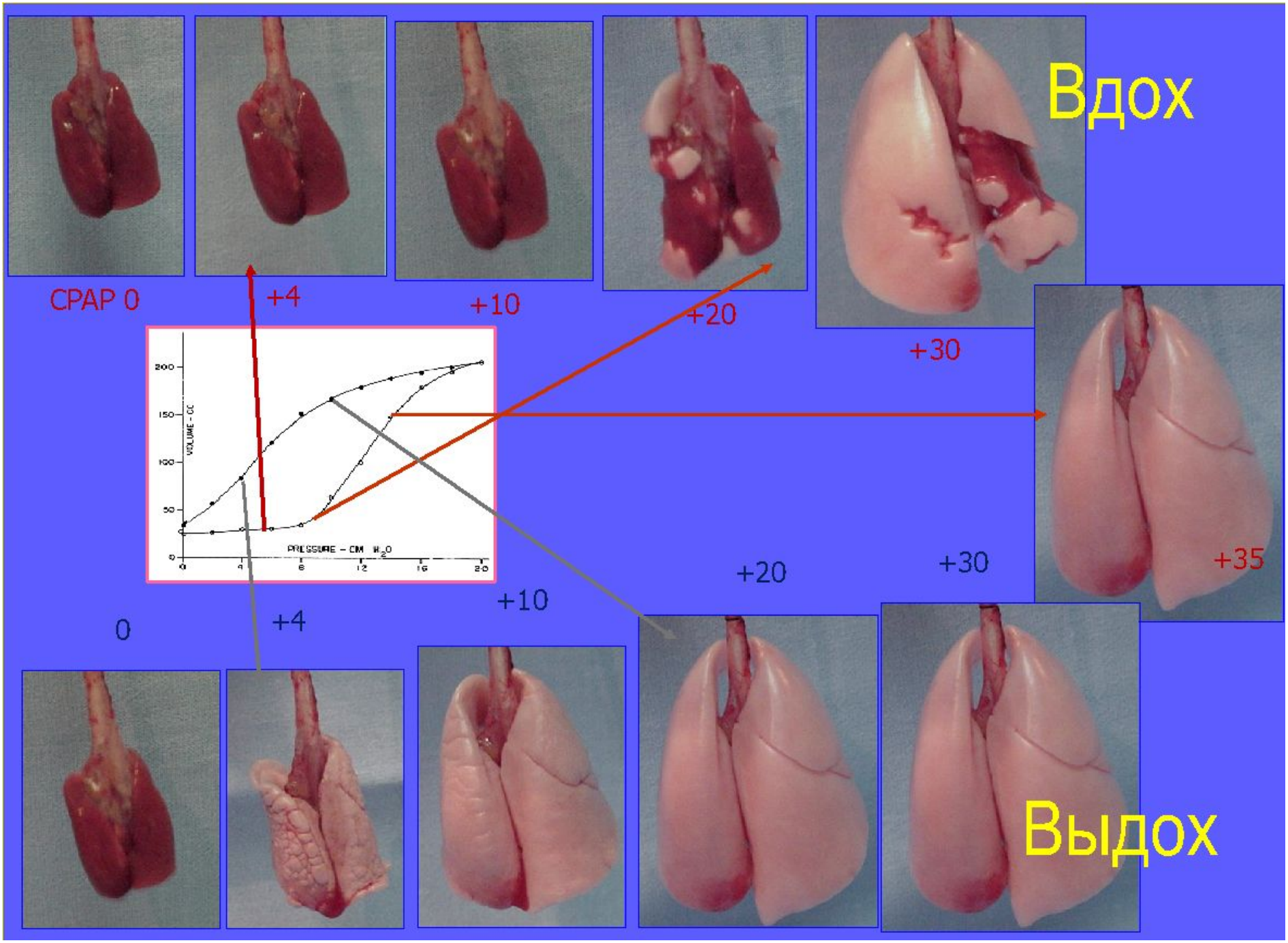
Mechanical ventilation /[edited by] Neil R. Macintyre, Richard D.Branson W.B. Saunders Company 2001 P.528.)

ПДКВ и рекрутмент - эффекты

- Расправление спавшихся альвеол
- Увеличение ФОЕ
- Перераспределение внесосудистой воды легких
- Улучшение VA/Q и оксигенации
- Уменьшение вентилятор-индуцированного повреждения легких (VILI)

ПДКВ и рекрутмент - предпосылки

- Рекрутмент – после любого эпизода дисконнекции (санация трахеи и др.)
- Предпочтительно – использование закрытых систем для санации трахеи


Вдох
CPAP 0
+4
+10
+20
+30
+35
VOLUME - CC
PRESSURE - CM H2O
0
+4
+10
+20
+30
Выдох

Маневр рекрутирования альвеол. Методы.

- Пошаговая методика увеличения ПДКВ с фиксированным Рпик.
- ИВЛ по давлению с постепенным параллельным увеличением ПДКВ и Рпик.
- Медленный умеренный маневр «открытия» альвеол: увеличение ПДКВ до 15 см вод. ст. с паузой 7 с – 2 раза в мин в течение 15 мин
- Искусственный вздох: Рплато = 45 см вод. ст. 3 раза в мин
- Увеличение Рпик. до 40 см вод. ст.: методика «40 х 40»
- ИВЛ на животе
- ВЧ ИВЛ

- **Виды рекрутмента:**

 Рекрутмент давлением –увеличение Рвд.

 Рекрутмент объемом - одновременное увеличение Рвд. и Vt

- **Критерии эффективности:**

 Повышение комплайнса

 Улучшение оксигенации

 Повышение доставки кислорода

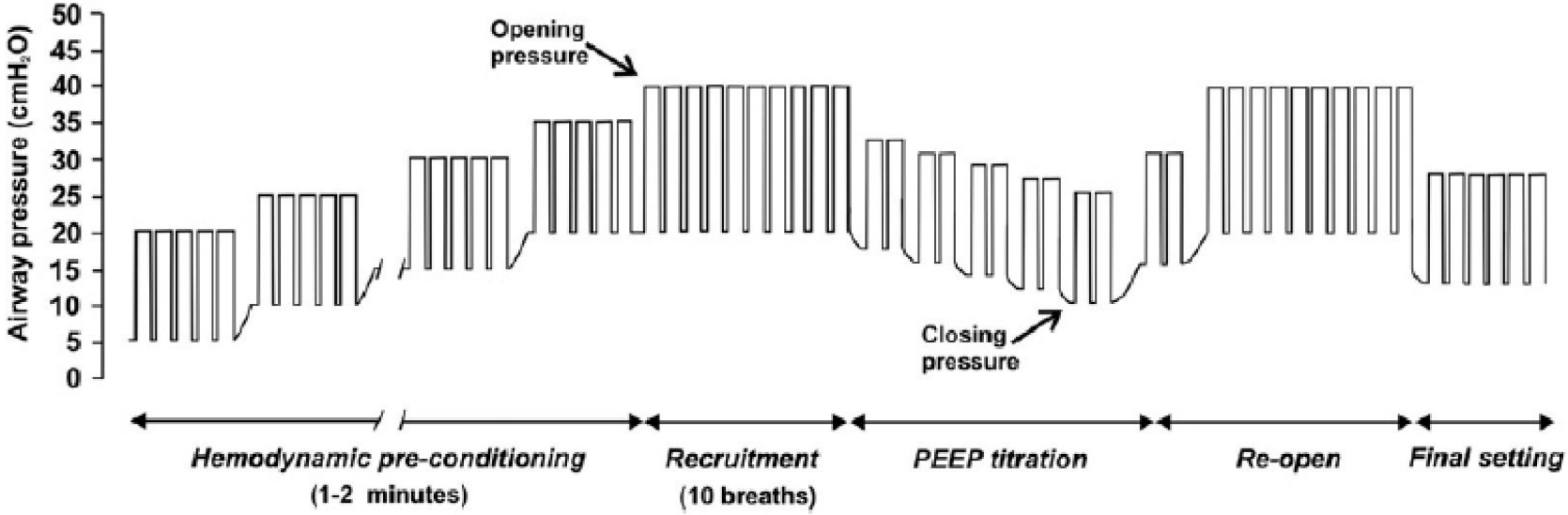
 Увеличение объема вентилируемых альвеол

Маневр рекрутирования альвеол

Царенко С.В., 2007 Проценко Д.Н., Власенко А.В. и соавт., 2007

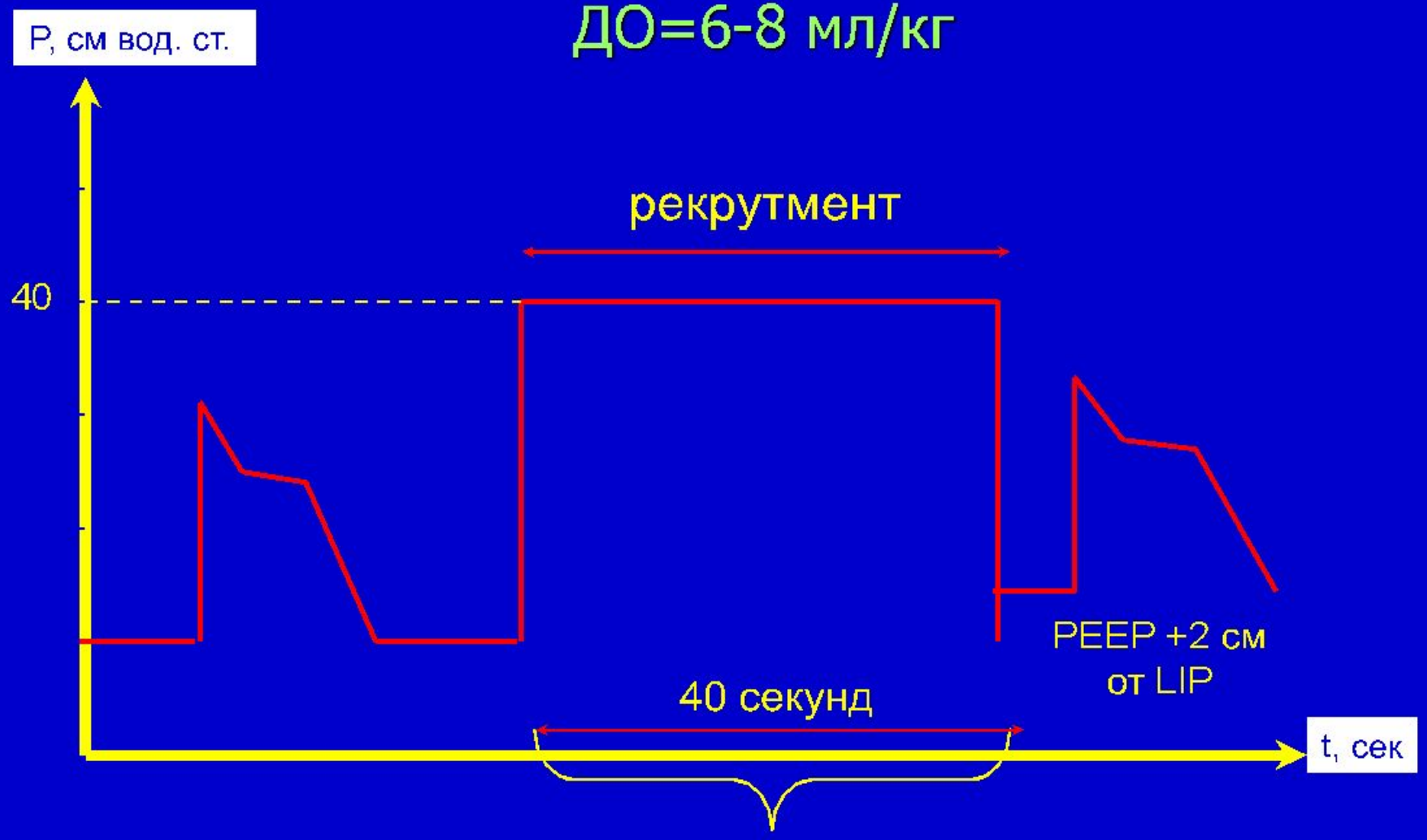
Этапы рекрутмента:

- Подготовительный: седация/миорелаксация, контроль исходных параметров ИВЛ и гемодинамики, мониторинг (SatHbO2, EtCO2, газы крови, АД, инвазивный ?), ИВЛ по давлению, Рвд.= 30 см вод. ст., ПДКВ = 10 см вод. ст.)
- Первичный рекрутмент
- Поиск давления закрытия альвеол
- Повторный рекрутмент
- Окончательная оценка эффективности


Airway pressure (cmH2O)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
Opening pressure
Closing pressure
Hemodynamic pre-conditioning
(1-2 minutes)
Recruitment
(10 breaths)
PEEP titration
Re-open
Final setting

Маневр рекрутирования альвеол

Метод (40 х 40): повышение Рвд. до 40 см вод ст. на 40 с; затем - Рвд. на уровне, обеспечивающем ДО=6-8 мл/кг



Подбор оптимального ПДКВ (по SatO2) - убывающий вариант рекомендован
- в раннюю стадию ОРДС,
- при непрямом ОРДС,
может быть более эффективен для улучшения оксигенации:

- рекрутмент (40 х 40 или другой метод)
- ДО=6-8 мл/кг и ПДКВ=20 см вод. ст.
- ступенчатое снижение ПДКВ на 2 см вод. ст. до уровня, при котором начинает снижаться SatO2
- повторный рекрутмент
- установка ПДКВ на 2 см вод. ст. выше его предыдущей величины

Подбор оптимального ПДКВ (по SatO2) - возрастающий вариант. Рекомендован при
- нестабильной гемодинамике,
- в фибро- пролиферативную стадию,
- при прямом ОРДС и негомогенном повреждении легких

- ПДКВ 8-10 см вод ст
- Рекрутмент 40на 40 или другой метод
- ступенчатое повышение ПДКВ на 2-3 см вод. ст. до уровня, обеспечивающего оптимальную SatO2

Рекомендуется как можно более ранее выполнение рекрутмента после перевода на ИВЛ.
Рекомендован при умеренном и тяжелом ОРДС

- Выполнение при ОРДС рекрутмента 40 см H_2O на 30 сек. через 2 мин после перевода на ИВЛ достоверно улучшает оксигенацию

Концепция “открытых легких“:

В среднем:

- Внешнее ПДКВ≥8-10 см вод. ст.
- Общее ПДКВ при легком ОРДС – 8-12 см вод. ст.
- Общее ПДКВ при умеренном и тяжелом ОРДС – 12-18 см вод. ст.
- Однако, некоторые пациенты могут потребовать ПДКВ>20 см вод. ст. (кроме внутрибрюшного компартмент-синдрома и шока)

Маневр рекрутирования альвеол. Противопоказания

Проценко Д.Н., Власенко А.В. и соавт., 2007

- Пневмо- и гидроторакс
- Высокий риск пнемоторакса
- Буллезные изменения в легких
- Недостаточный мониторинг
- Шок
- Гиповолемия

Рекрутмент: гемодинамические эффекты

Gernoth C et al.Crit Care 2009;13:R59

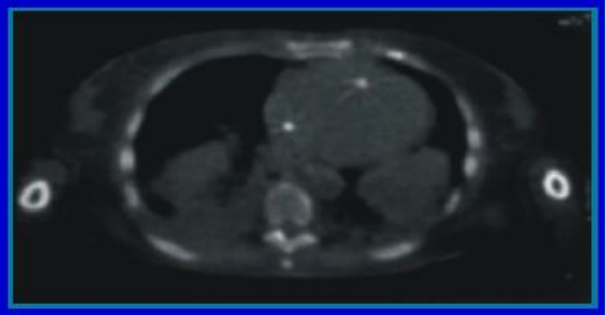
- Снижение преднагрузки
- Снижение АД
- Снижение сердечного выброса и фракции изгнания
- Повышение постнагрузки правых отделов сердца
- Снижение КДО левых отделов и повышение КДО правых отделов сердца
- Подъем ножного конца кровати перед повышением ПДКВ позволяет предотвратить нежелательные гемодинамические эффекты рекрутмента

Эффект рекрутирования

L. Gatinonni, 2003

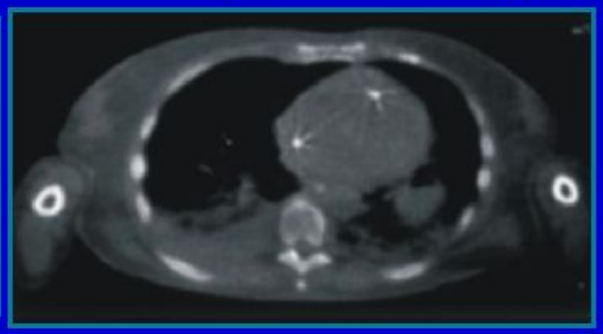
5 cmH_2O

КТ PaO_2: 34 mmHg



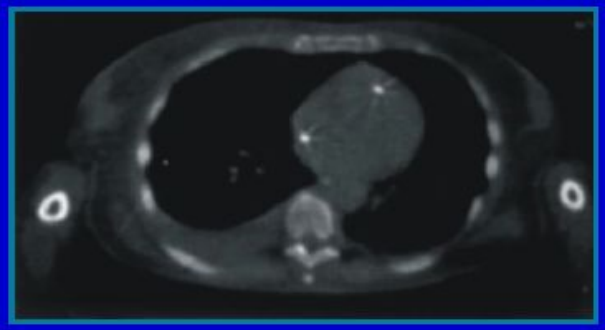
10 cmH_2O

PaO_2: 49 mmHg

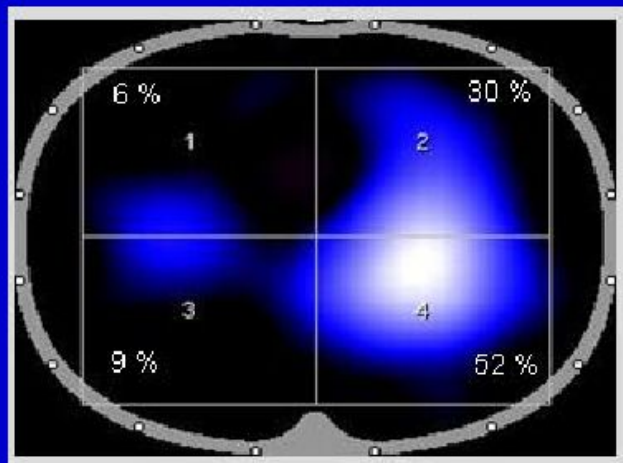


15 cmH_2O

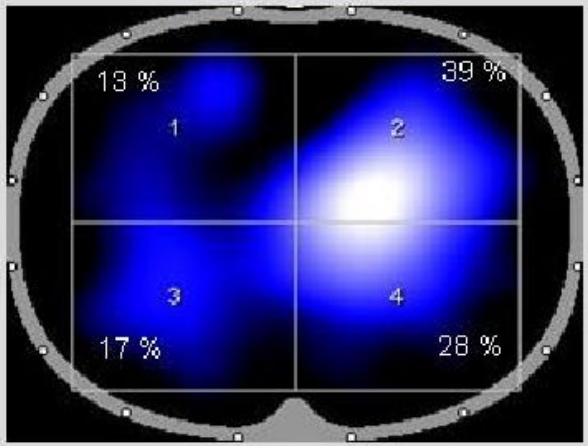
PaO_2: 121 mm Hg



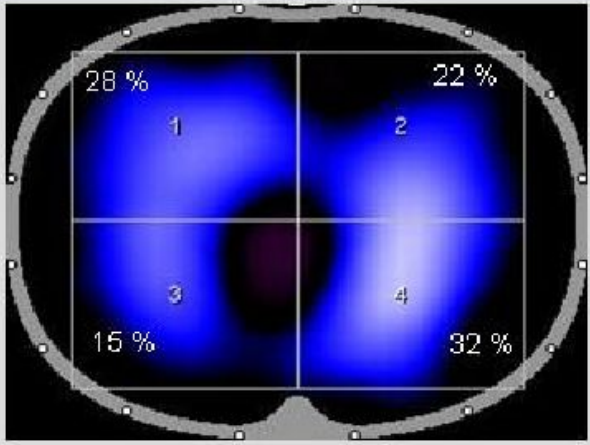
Электроимпедансная томография



Prior to recruitment maneuver



10 mins after recruitment



4 hrs after recruitment

Маневр рекрутирования альвеол: респондеры и нереспондеры

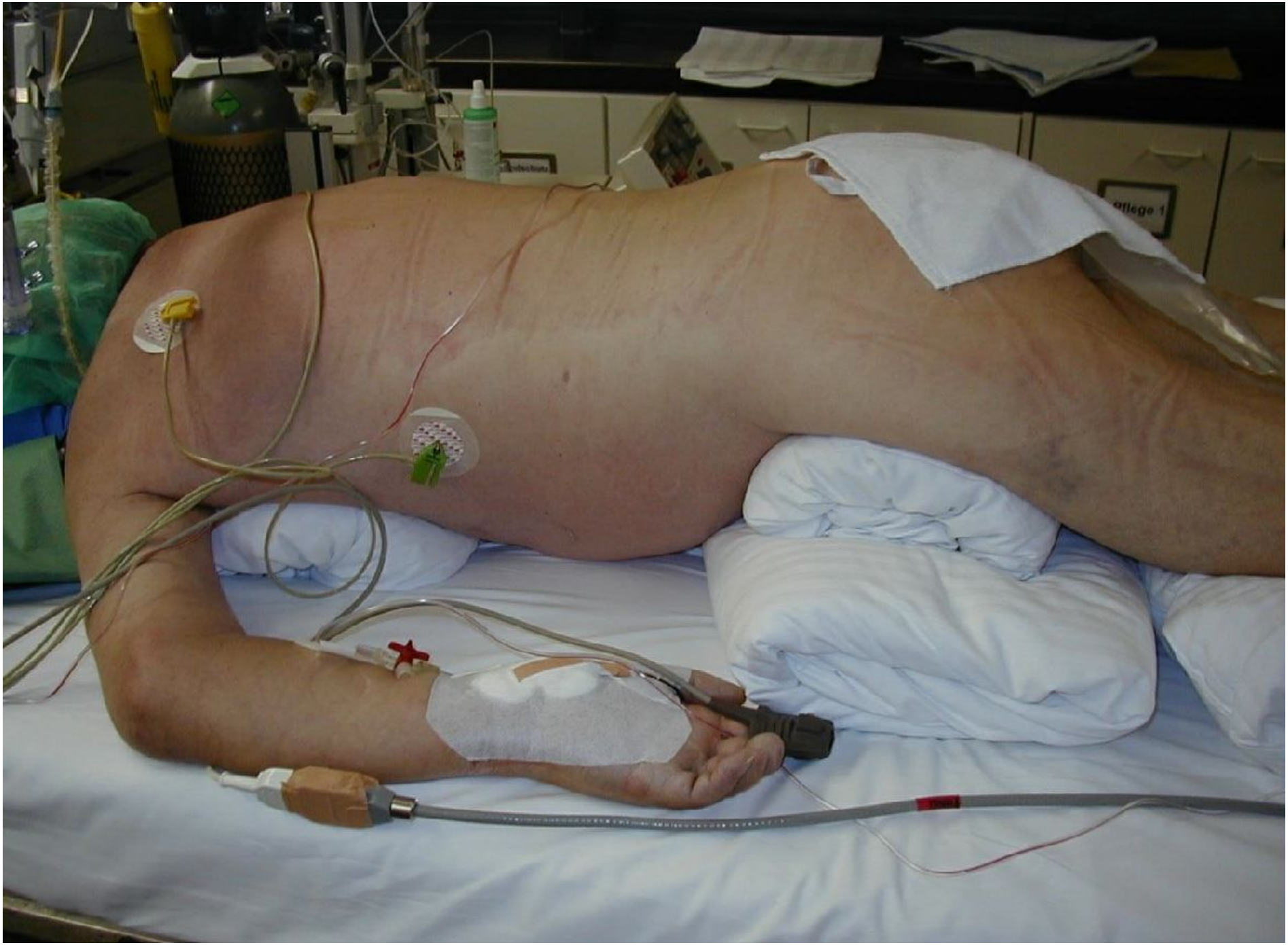
- **Нереспондеры**: Снижение аэрации преимущественно в нижних участках, при рекрутменте гиперинфляция верхних отделов, оксигенация не улучшается. меньшая эффективность при тяжелом ОРДС и отеке легких
- **Респондеры**: Диффузное снижение аэрации, при рекрутменте расправление нижних отделов, улучшение оксигенаци

прон позиция

- При потребности PaO2/FiO2<100 мм рт. ст., недостаточной эффективности или противопоказаниях к традиционному выполнению рекрутмента :

- положение на животе - повышение PaO2 более чем на 10% у 57-71% больных

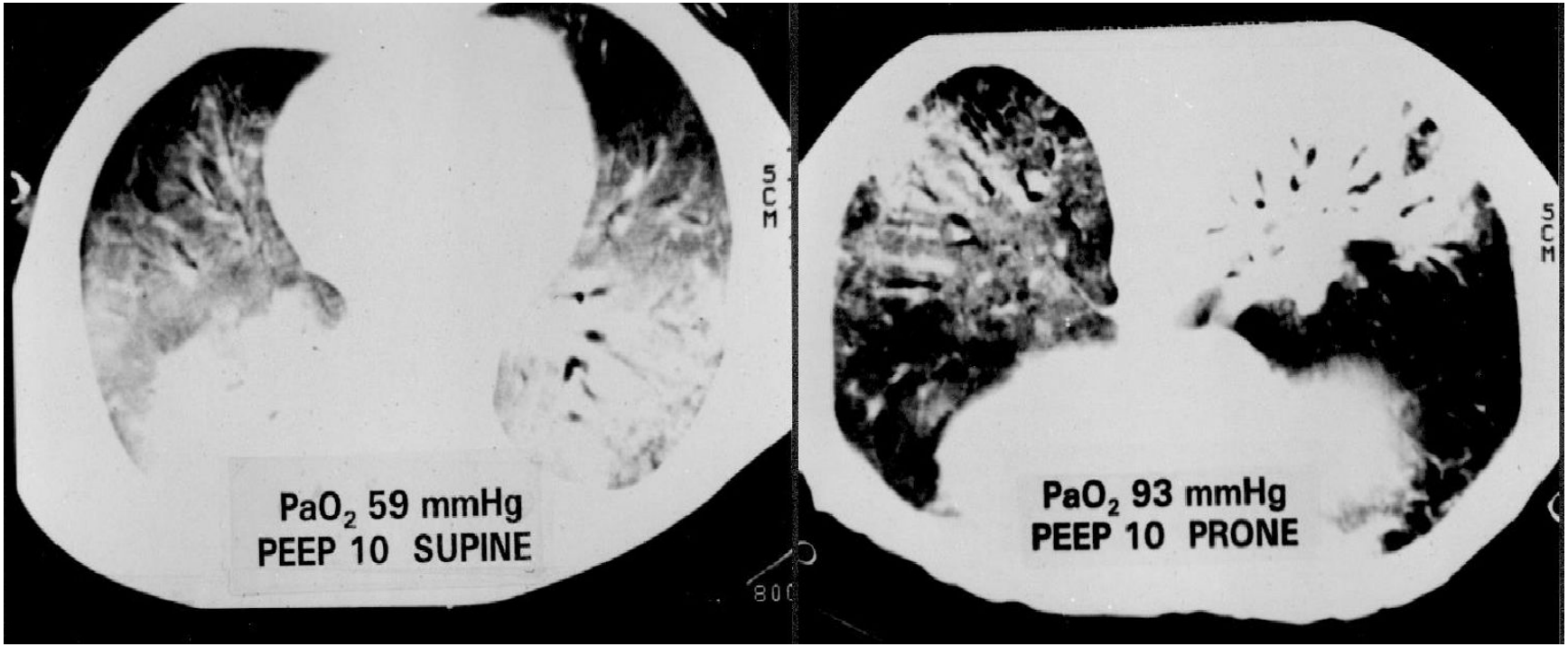
- ротационная терапия (?)



Положение на животе - эффекты

- Увеличение ФОЕ
- Улучшение рекрутирования альвеол
- Улучшение VA/Q и оксигенации
- Уменьшение вентилятор-индуцированного повреждения легких (VILI)
- Улучшение дренажной функции легких
- Улучшение клинического исхода при тяжелом течении ОРДС

ИВЛ в положении на животе: перераспределение жидкости



Положение на животе

- При экспозиции 12-20 ч, снижении PaCO2 – лучше исход
- Противопоказано при ранах и дренажах на передней грудной и брюшной стенке, повреждении спинного мозга, переломах ребер, политравме

оксид азота

- Потребность в FiO2>0,6:

- ингаляция NO снижает легочную гипертензию и улучшает оксигенацию; метод выбора при рефрактерной гипоксемии; сочетанная терапия (?)
- NO 1-10 ppm – улучшение оксигенации
- NO 10-40 ppm – уменьшение легочной гипертензии и правожелудочковой недостаточности

ВЧО ИВЛ у взрослых:

- Показания к ВЧО ИВЛ у взрослых:

- FiO2>0,6 и SatO2<88% на ИВЛ с ПДКВ>15 см H2O
- Рплато>30 см H2O или Рсред.>24 см H2O или APRV(BIPAP)>35 см H2O

- Противопоказания к ВЧО ИВЛ: - резко выраженная обструкция газотоку - внутричерепная гипертензия

перспективные методы

- Неинвазивная вентиляция – только при легком ОРДС
- High flow WH oxygen therapy
- Гелиокс (?) □ Частичная жидкостная вентиляция (?):
- Раздельная вентиляция при одностороннем поражении легких (?)
- Экстракорпоральное удаление CO_2 при тяжелом ОРДС (?)
- ЭКМО при PaO_2<50 мм рт. ст. с FiO_2=1,0 и ПДКВ>10 см вод. ст.

- Раннее и кратковременное (до 2 сут.) назначение релаксантов при тяжелом ОРДС (PaO2/FiO2<150) снижает баротравму, количество осложнений и летальность
- седация профол, а лучше альфа 2 агонисты
- бензодизепины в случае судорог или абстиненции

Отлучение от респиратора:

- $PaO_2/FiO_2>255$ мм рт. ст., ПДКВ <8 см H_2O
- f/Vt<105
- P0,1<3 см вод. ст.
- наличие защитных рефлексов
- стабильная гемодинамика
- адекватный неврологический статус

- Способы отлучения от респиратора

- Т-образный коннектор

- CPAP=4-5 см H2O + PS до 6 см H2O

- BiPAP и APRV

При отлучении от ИВЛ на фоне ОРДС рекрутмент альвеол с повышением давления поддержки до 40 см H2O на 40 сек повышает оксигенацию и комплайнс

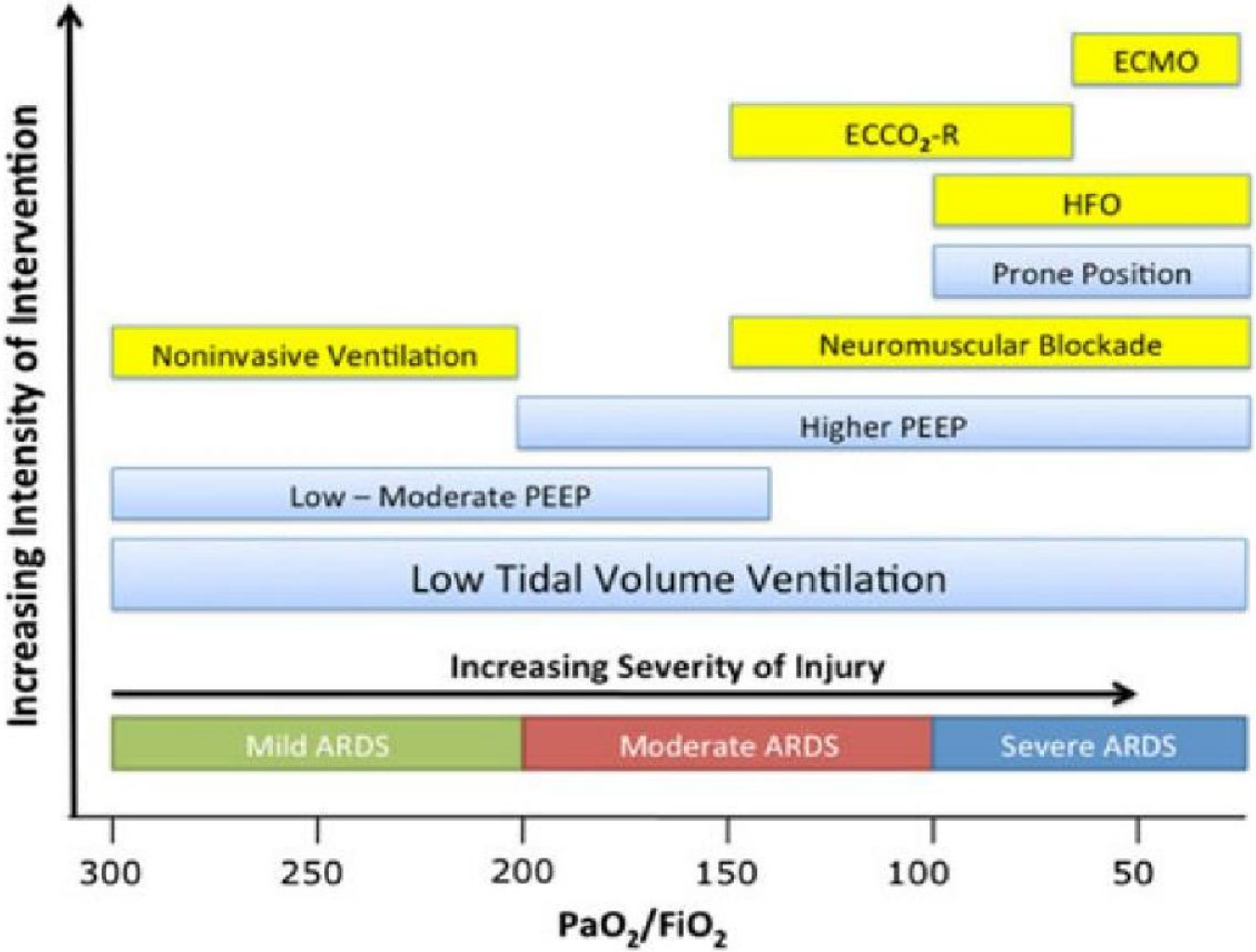
Отлучение от респиратора неэффективно, если

- ЧД>35/мин
- SatO2<90%
- ЧСС>140/мин или увеличение на 20% от исходных значений
- Подъем АД на 20% от исход. значений, АД сист.>180 мм рт. ст., АД диаст.>90 мм рт. ст.
- Возбуждение

Тактика ИВЛ при ОРДС

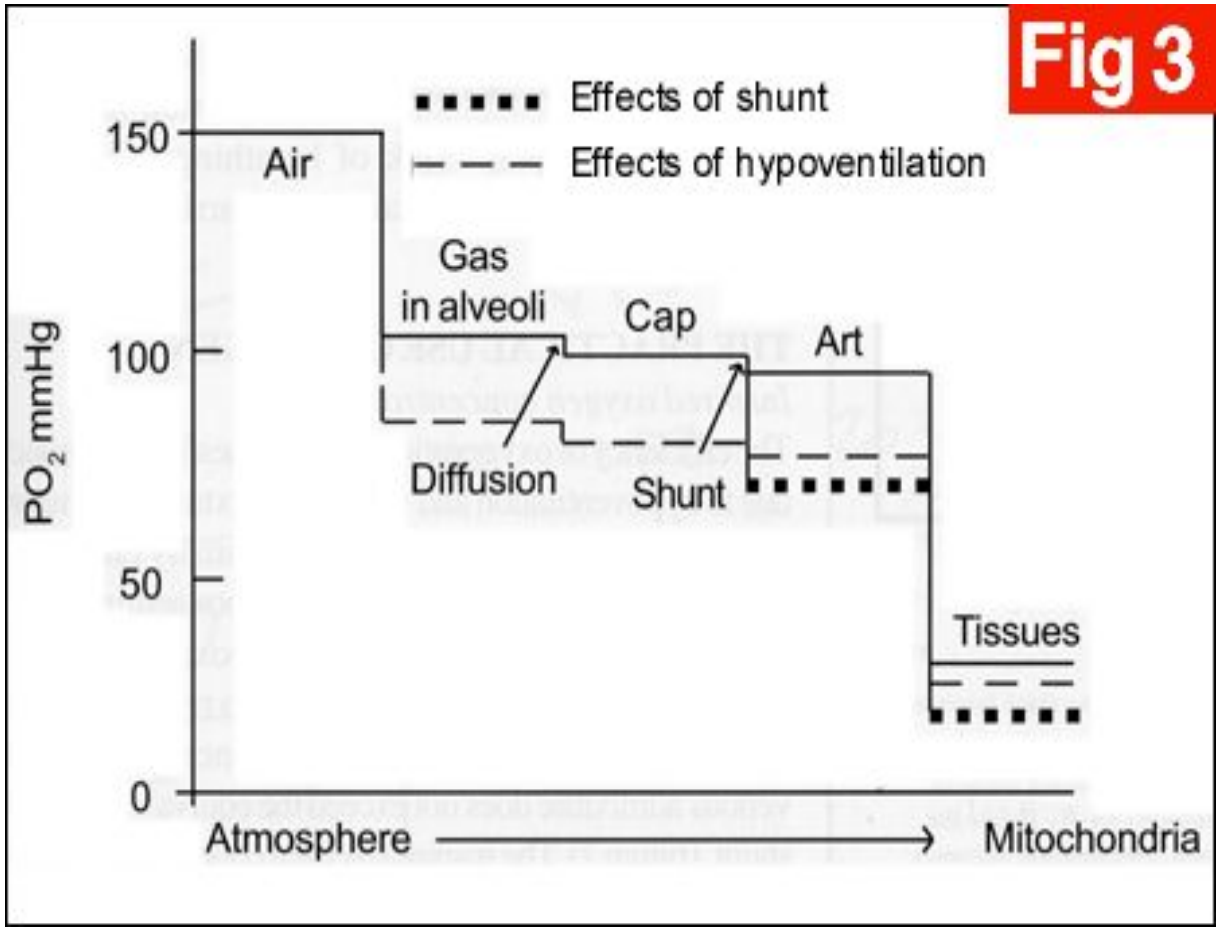
- ДО – 4-8 мл/кг
- Рпик.– не более 35 см H_2O
- Рплато – не более 30 см H_2O
- Р движ. менее13 см H_2O
- Скорость потока – 40-90 л/мин
- Поток – нисходящий
- FiO_2 – менее 60%
- Концепция «открытых легких» – рекрутмент, выбор «оптимального ПДКВ»

всему свое время



Оксигенация и кислородный каскад

Падение O2 по типу каскада от атмосферного воздуха (PaO2 – 159 мм рт ст) до митохондрий (PaO2 – 5 мм рт ст)



O_2 в атмосфере

- $P_{атм}$ – 760 мм рт ст на уровне моря
- 21% O_2 = 159 мм рт ст (760 × 0,21)

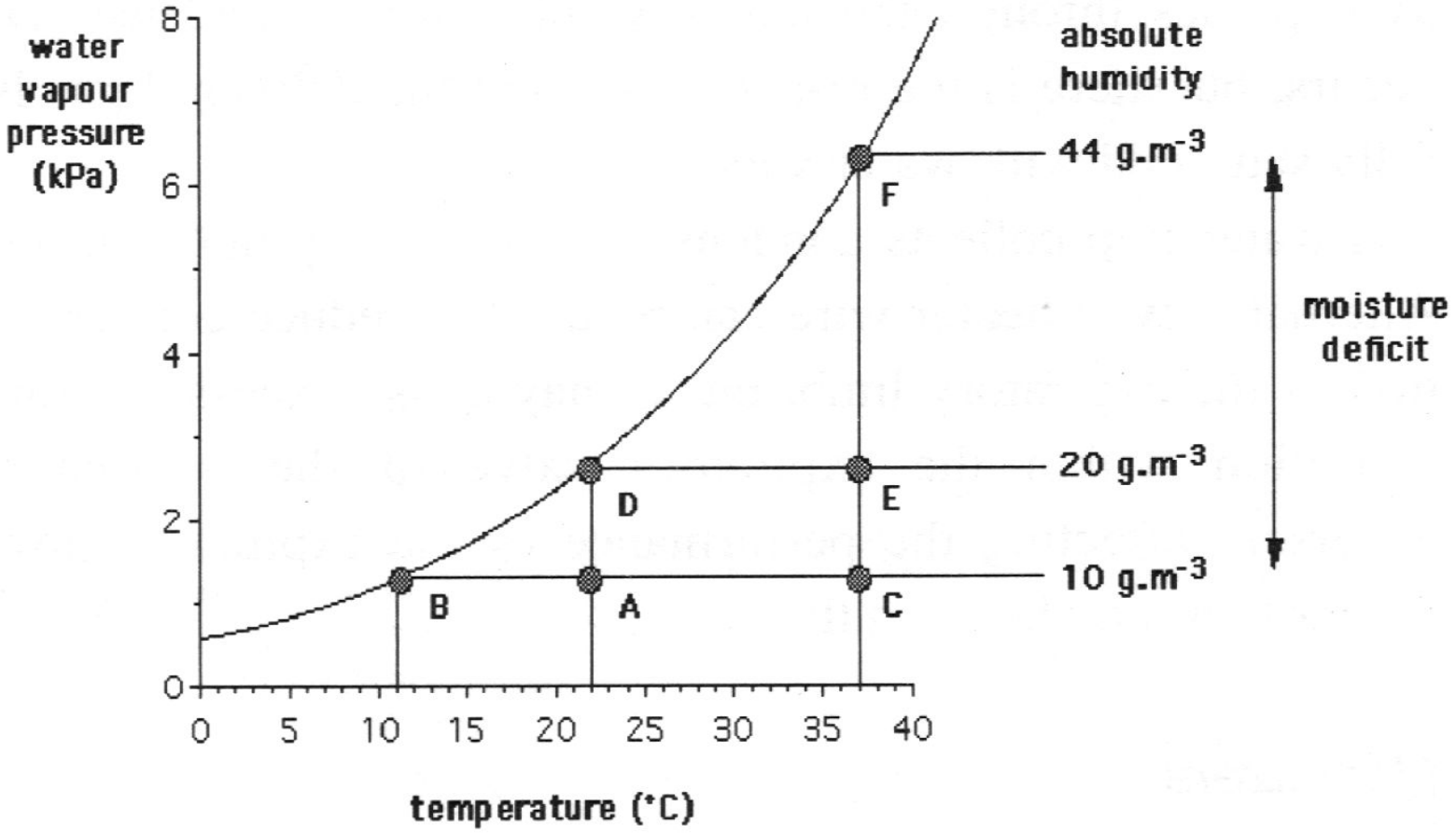
Denver, Co – 5280 футов (1609 м) над уровнем моря. Ратм – 630 мм рт ст

Мёртвое море – 1378 футов (420 м) ниже уровня моря. $P_{атм}$ – 800 мм рт ст

1-й «порог»

- Пары H_2O – 47 мм рт ст
- (760 – 47) × 0,21 = 149 мм рт ст
- Изотермическая граница насыщения – где-то на уровне карины

P паров насыщения воды



Относительная влажность

(A) Воздух при комнатной температуре (отн. влажность 50%)

(B) Точка росы (11°C, 100% влажность)

(C) Нагревание до 37°C (отн. вл. – 23%)

(D) Комн. воздух полностью насыщенный парами воды при 22°C

(E) То же, нагретый до 37°C (отн. вл.–42%)

(F) Воздух при BTPS в бронхах

В горах чайник кипит при более низкой температуре (давление паров насыщения = атмосферному давлению)

2-й «порог»

Уравнение альвеолярного газа

- $P_{AO_2} = P_{IO_2} – P_{aCO_2}/0.8$
  $P_{IO_2} = F_{IO_2} \cdot (P_B – P_{H_2O})$
- 149 – (40/0,8) = 100 мм рт ст

Факторы, влияющие на P_AO_2

- $P_{AO_2} = P_{IO_2} – P_{aCO_2}/0.8$
- F_iO_2
- Вентиляция (гипервентиляция – гипокапния – увеличение P_AO_2)
- Респираторный коэффициент (диета)

Уравнение альвеолярного газа

$$P_{AO_2} = P_{IO_2} - P_{ACO_2} / R$$

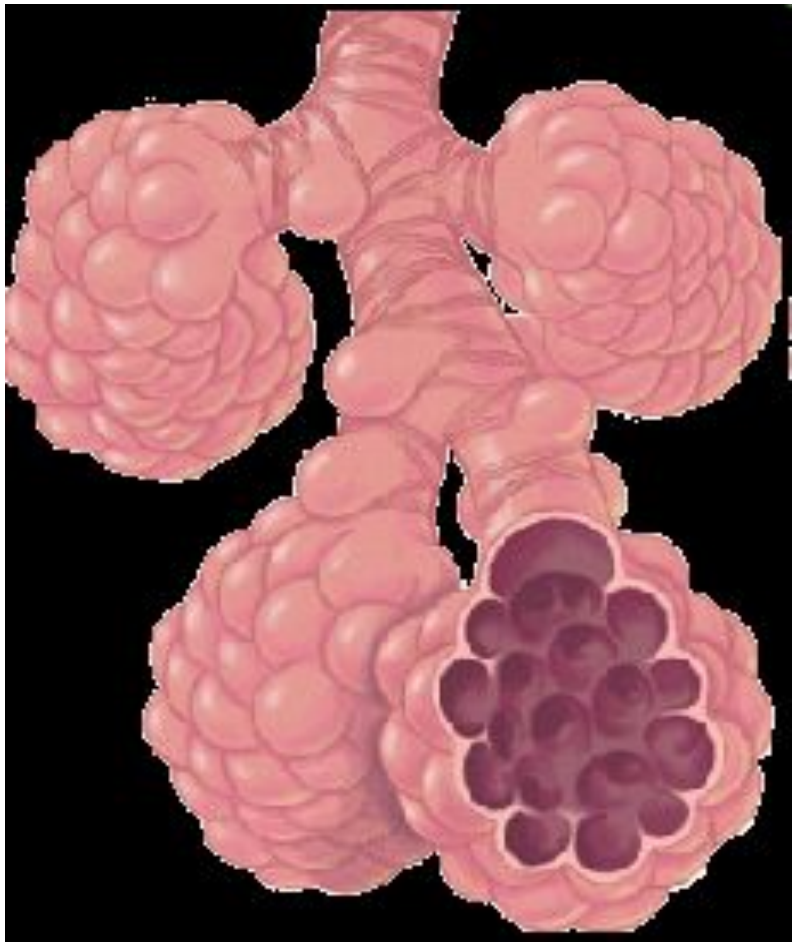
P_{aCO_2} $\dot{V}_{CO_2} / \dot{V}_{O_2}$

$$P_{IO_2} = F_{IO_2} (P_B - P_{H_2O})$$

0.21

6.3 kPa (47 mmHg)
При темп. 37°C

Мы всё ещё в альвеолах!



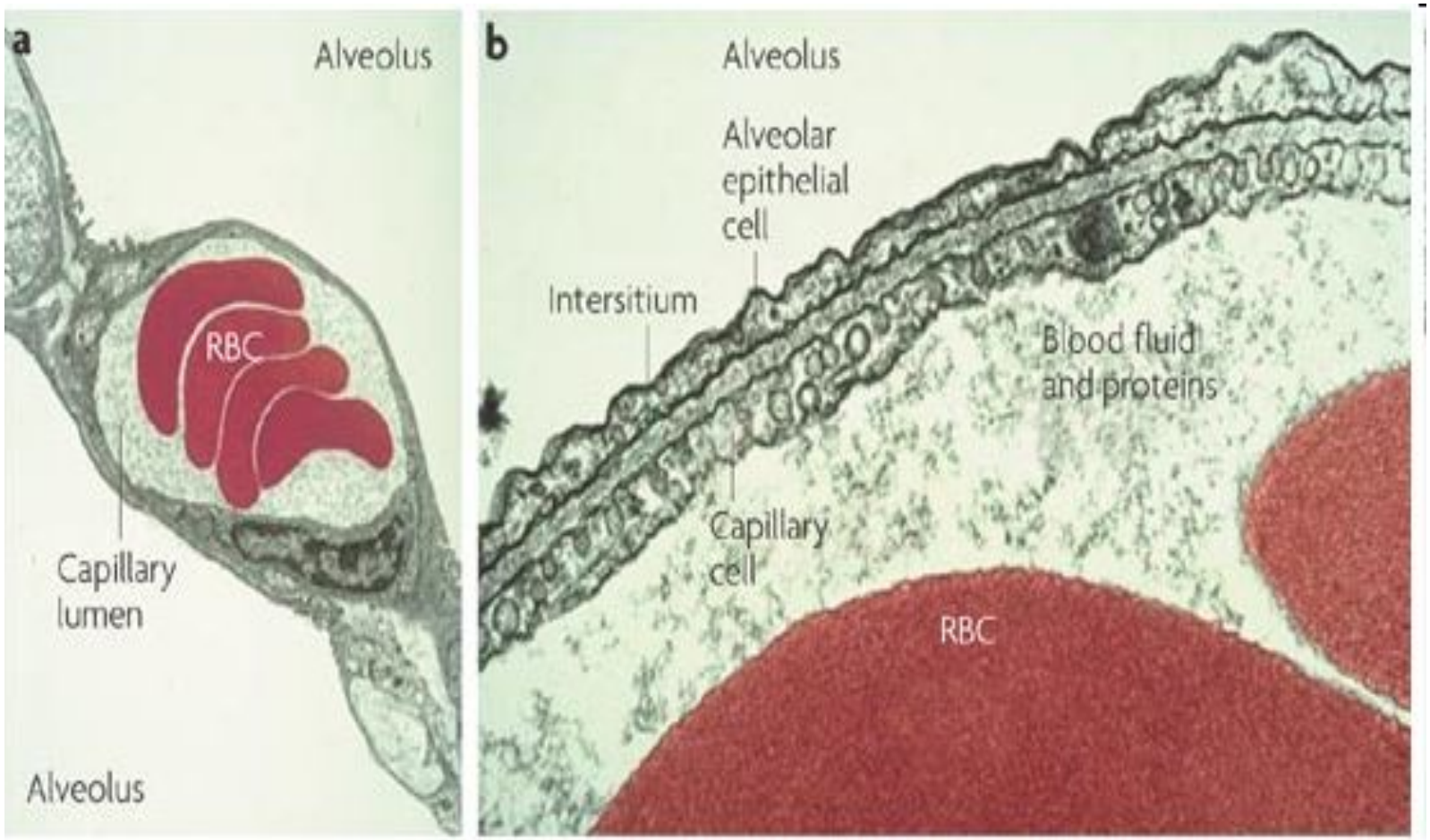
Зачем рассчитывать PAO_2?

$(A\text{-}a)P_{O_2}$ (3-й порог)

Верхняя граница нормы – 2.5 kPa для молодых и здоровых; 4.7 kPa – тем, кому за 60.

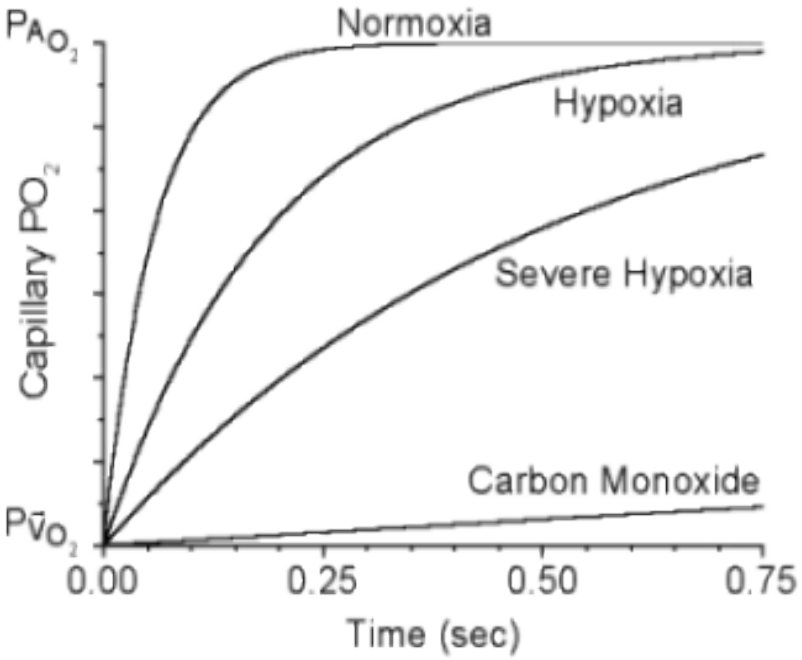
- 3 причины повышения A-a градиента:
  - нарушения диффузии
  - шунт
  - V/Q отношения

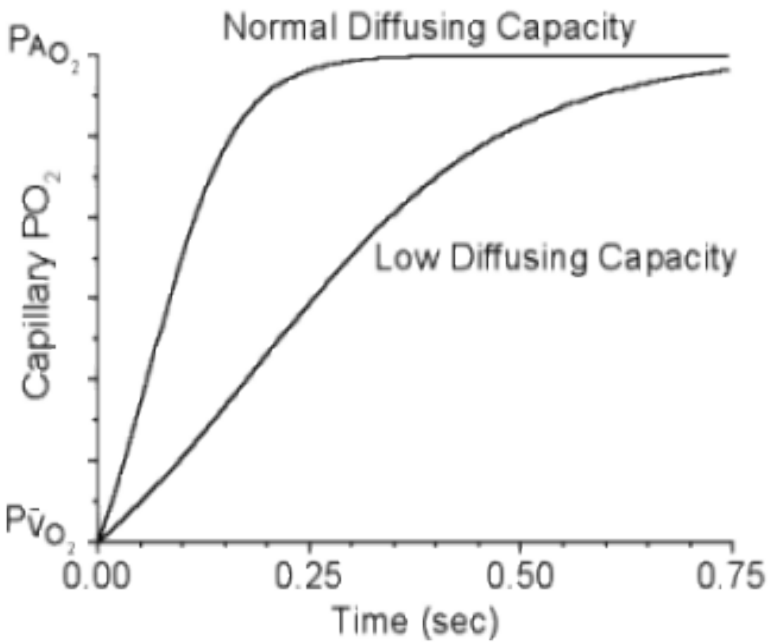
Нарушения диффузии



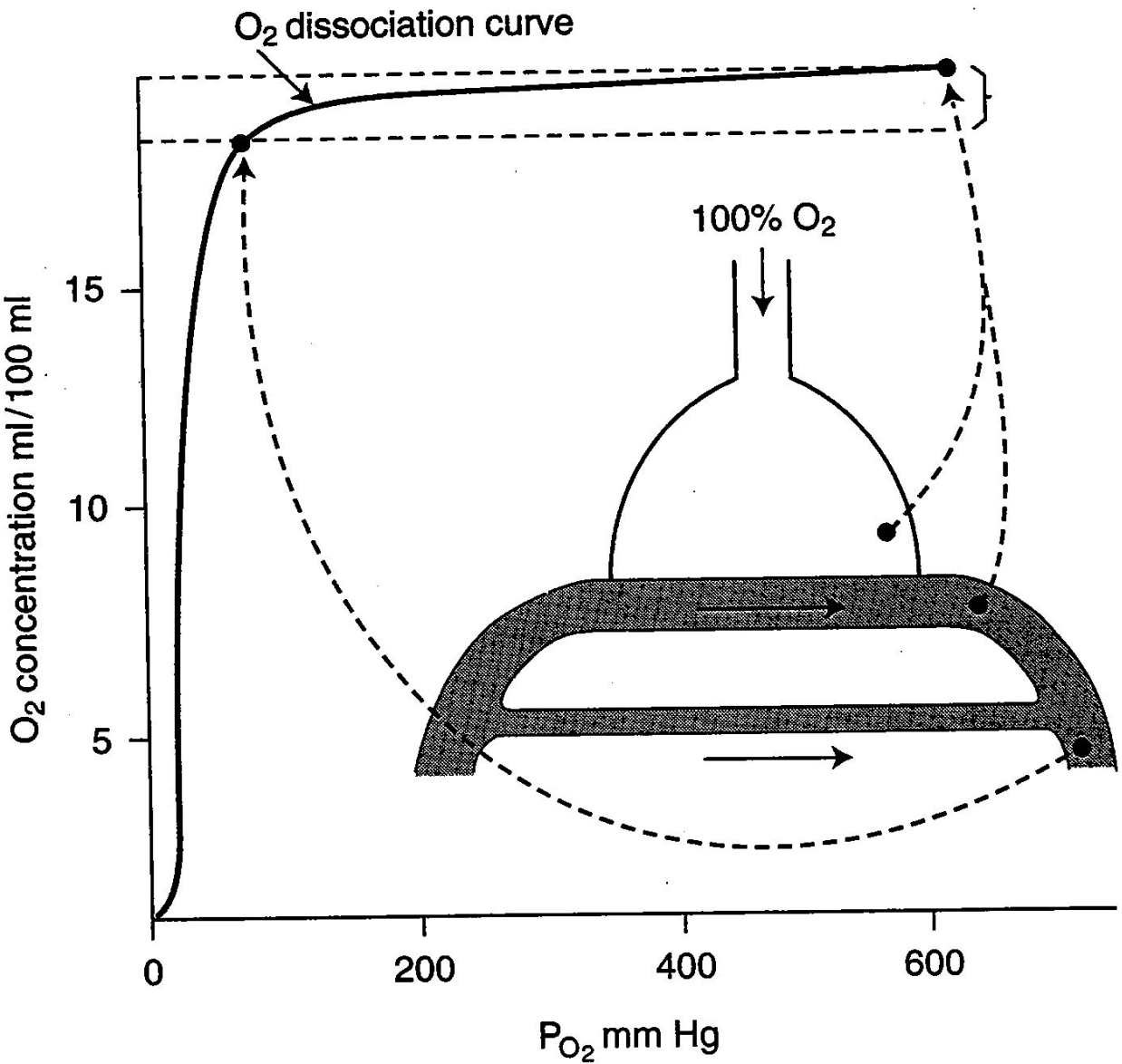
Nature Reviews | Drug Discovery

Диффузионный дефект и гипоксия

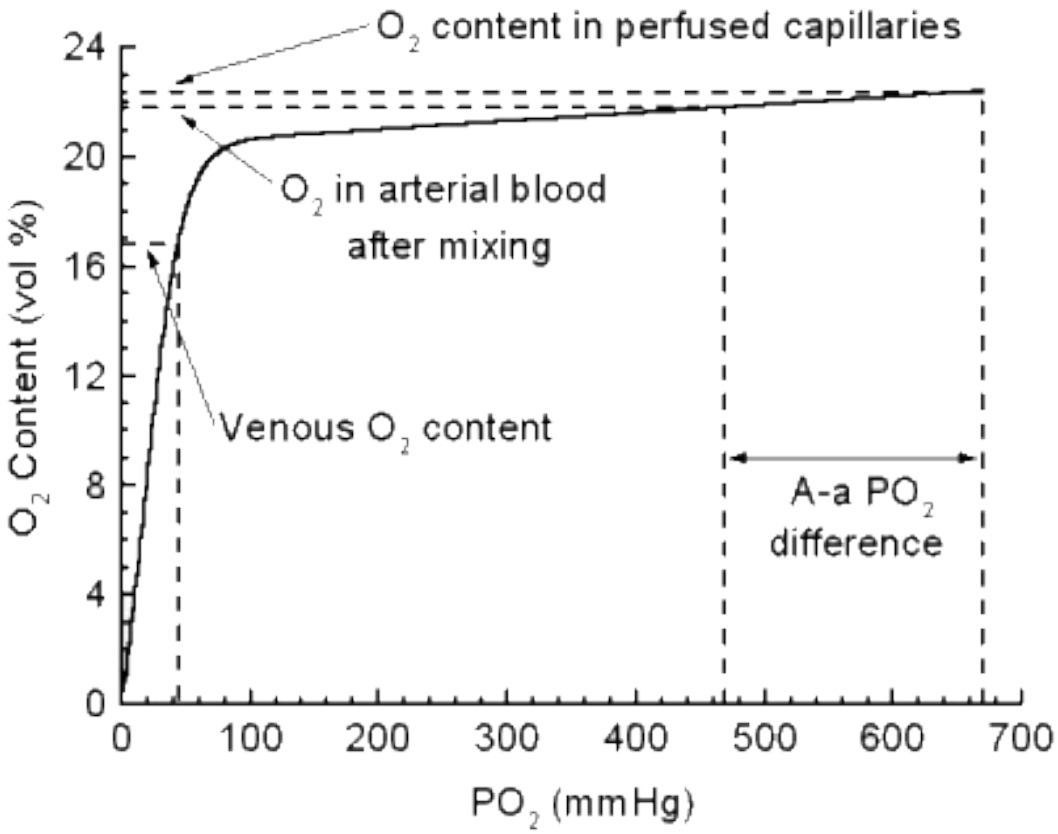




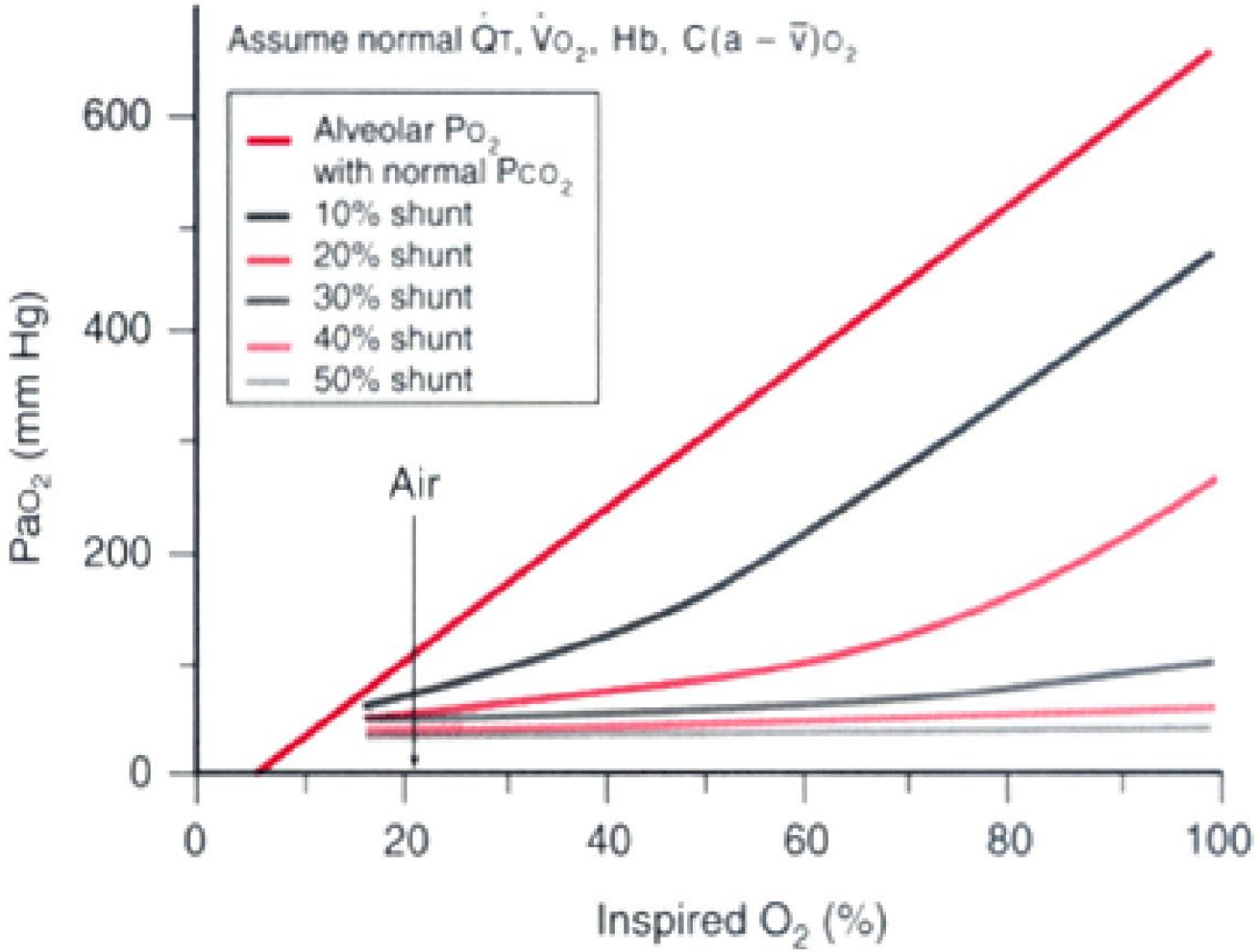
Шунт


O_2 dissociation curve
100% O_2
O_2 concentration ml/100 ml
15
10
5
0
200
400
600
P_{O_2} mm Hg

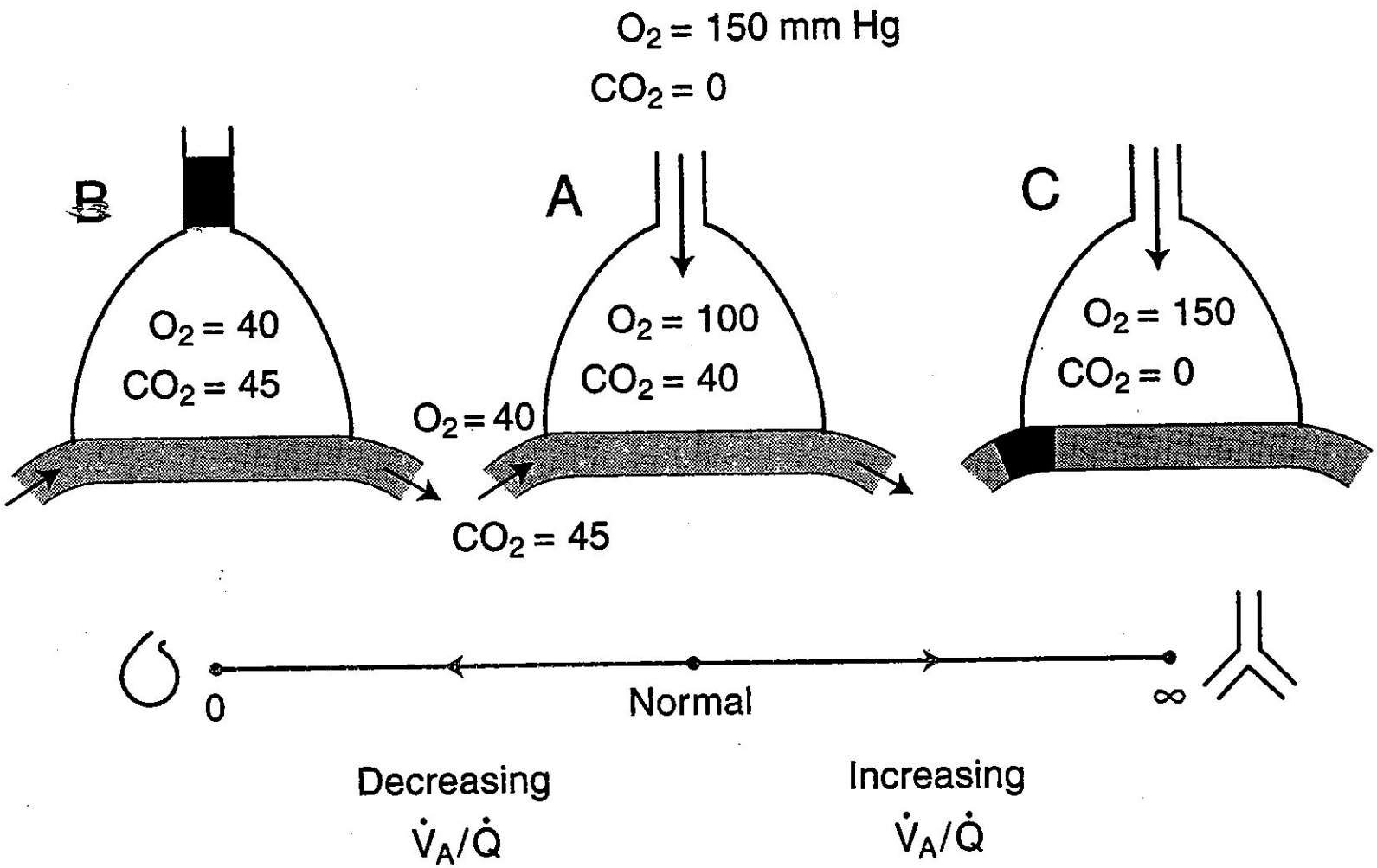
Шунт

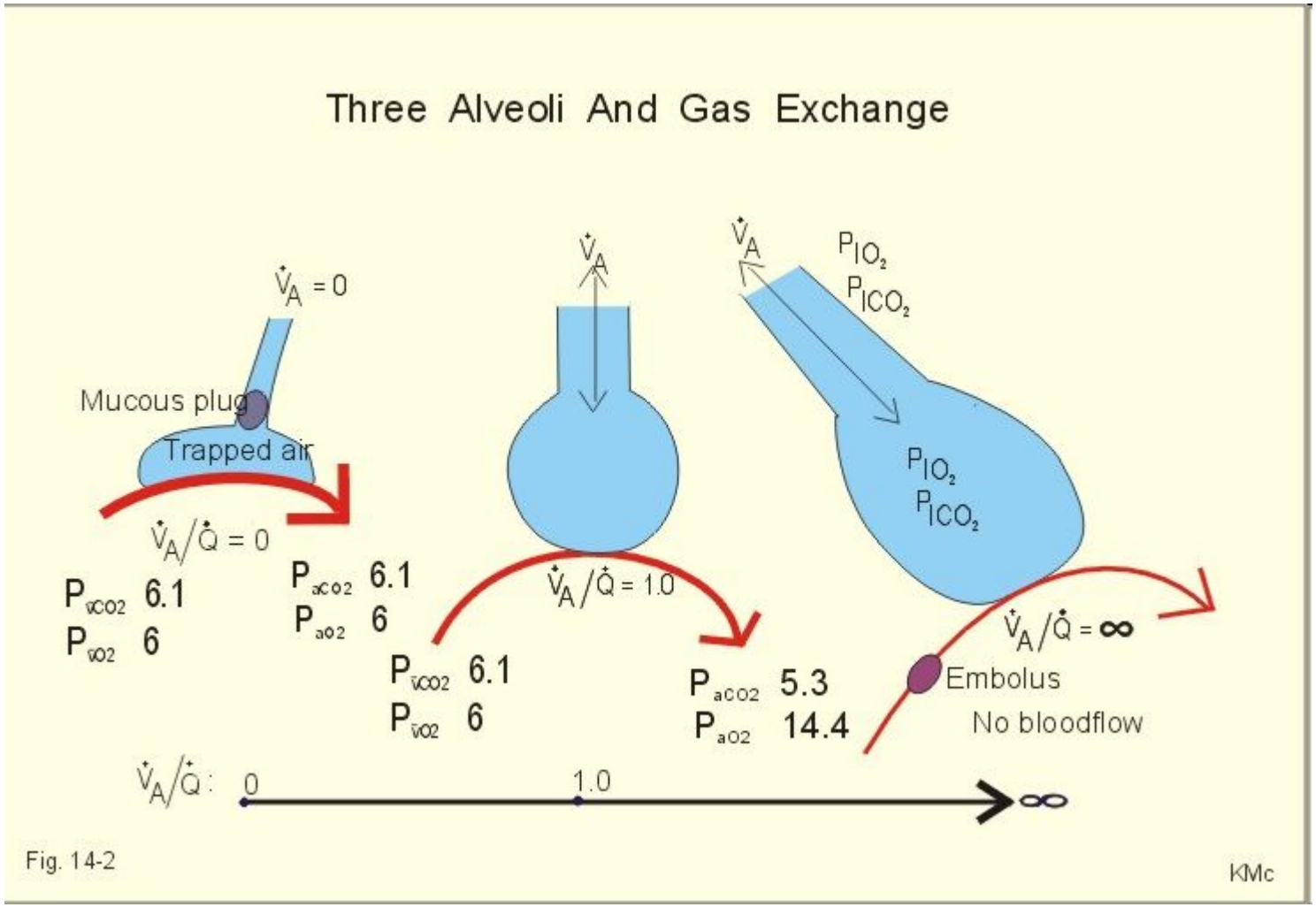

O2 content in perfused capillaries
O2 in arterial blood
after mixing
Venous O2 content
A-a PO2
difference
O2 Content (vol %)
PO2 (mmHg)
0
4
8
12
16
20
24
0
100
200
300
400
500
600
700

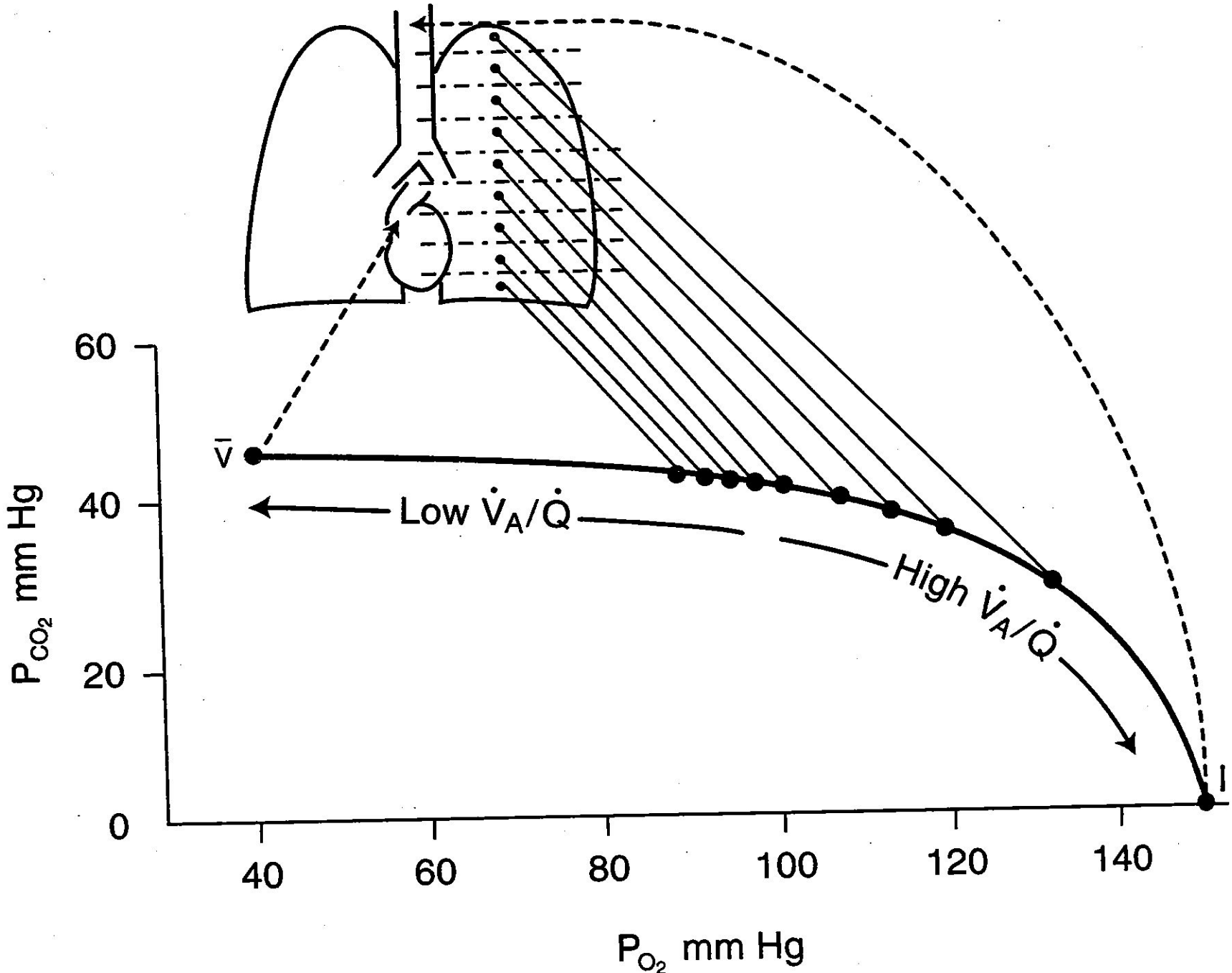
Влияние FiO2 на оксигенацию при различных фракциях шунта



V/Q соотношения




Three Alveoli And Gas Exchange
$\dot{V}_A = 0$
Mucous plug
Trapped air
$\dot{V}_A/\dot{Q} = 0$
$P_{\bar{v}CO2}$ 6.1
$P_{\bar{v}O2}$ 6
P_{aCO2} 6.1
P_{aO2} 6
$\dot{V}_A$
$\dot{V}_A/\dot{Q} = 1.0$
$P_{\bar{v}CO2}$ 6.1
$P_{\bar{v}O2}$ 6
P_{aCO2} 5.3
P_{aO2} 14.4
$\dot{V}_A$
P_{IO_2}
P_{ICO_2}
P_{IO_2}
P_{ICO_2}
$\dot{V}_A/\dot{Q} = \infty$
Embolus
No bloodflow
$\dot{V}_A/\dot{Q}$: 0
1.0
∞
Fig. 14-2
KMc


60
40
20
0
P_{CO_2} mm Hg
$\bar{V}$
Low $\dot{V}_A/\dot{Q}$
High $\dot{V}_A/\dot{Q}$
I
40
60
80
100
120
140
P_{O_2} mm Hg

Больной № 1

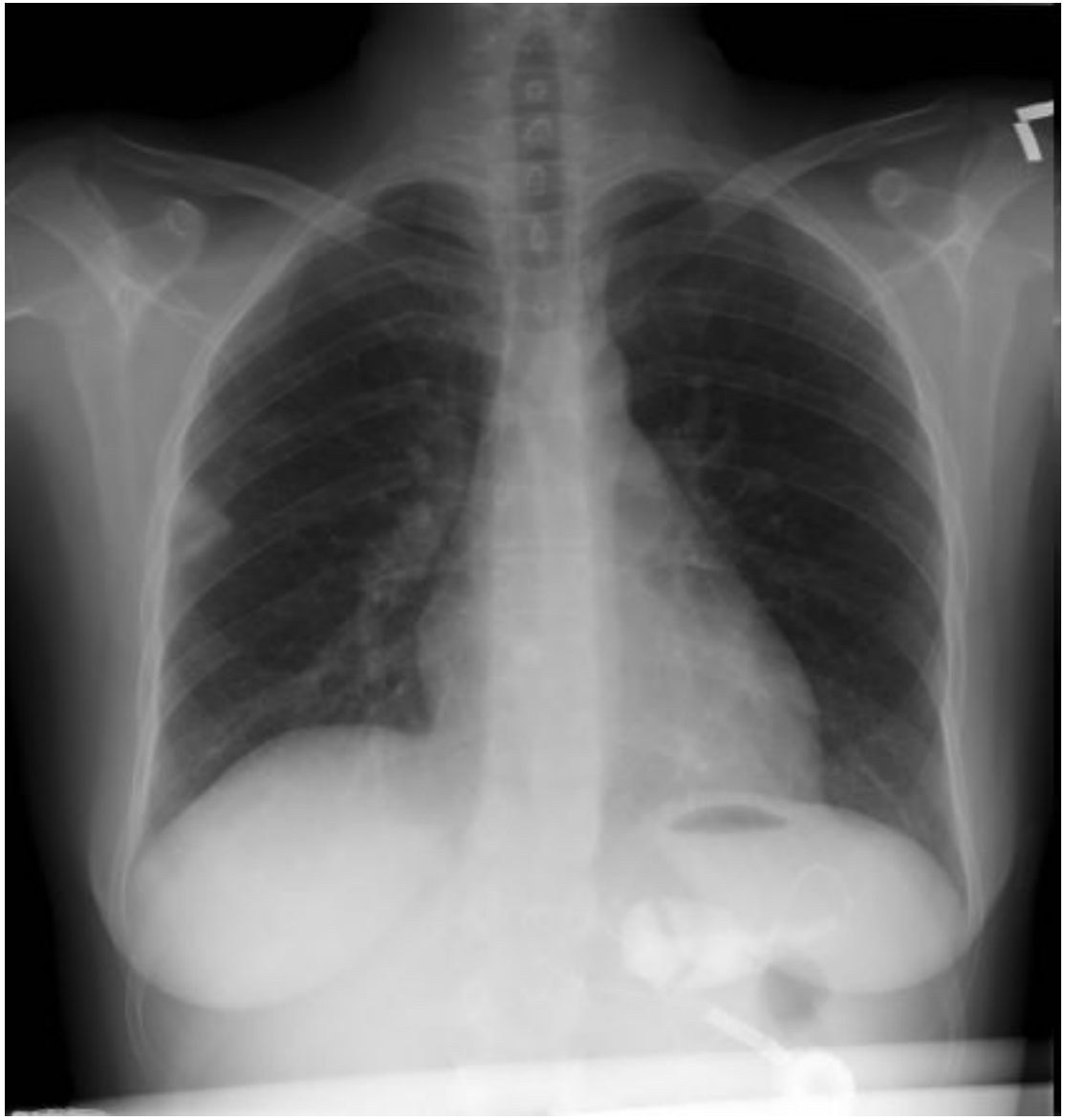
$(A\text{-}a)PO_2$

- П/о лапаротомия. Морфин КПА.
- FiO_2 21%.
- PaO_2 = 130 мм рт ст, $PaCO_2$ = 56 мм рт ст
- $P_{IO_2} = 0.21 \cdot (760 – 46) = 150$ мм рт ст
- $P_{AO_2} = 150 – 56/0.8 = 80$ мм рт ст
- $(A\text{-}a)PO_2 = 80 – 130 = -50$

F_IO_2 не может быть 21%!
(Больной дышит через маску)

$(A\text{-}a)PO_2$ # 2

- День 2 п/о лапаротомия. Б-ной экстубирован, FIO_2 - 21%. Неожиданный приступ одышки; моторно-речевое возбуждение.

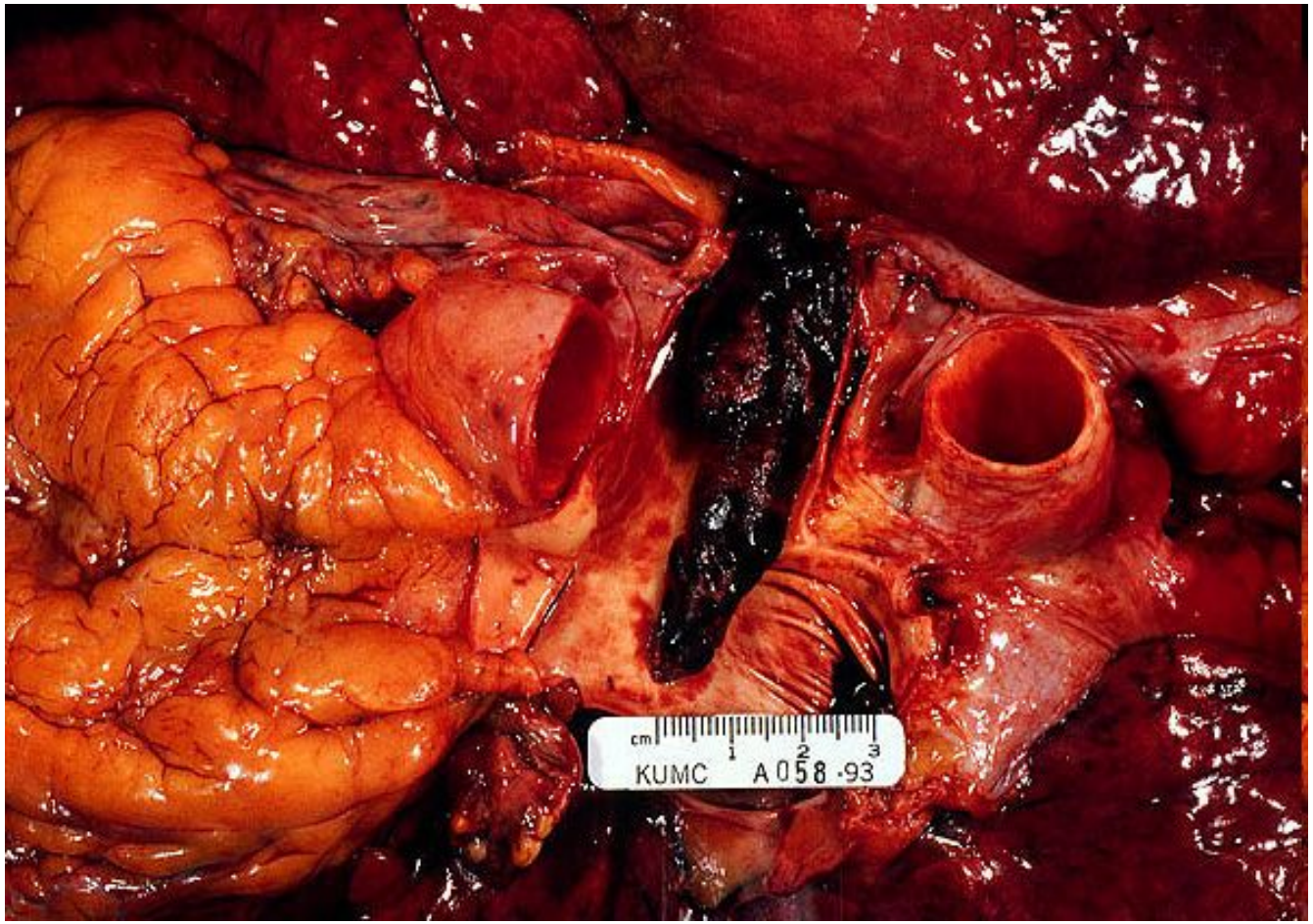


	Arterial	Venous	Arterial	Venous
Time (hour)	10:52	11:05	12:40	02:09
pH	7.37	7.36	7.34	7.28
PCO2 (kPa)	5.89	5.57	6.25	7.91
PO2 (kPa)	14.79	5.88	51.3	6.52
BE (mmol/l)	-0.3	-1.7	-0.7	-0.3
HCO3 (mmol/l)	25.2	23.6	25.2	27.4
Lactate (mmol/l)	4.2	3.8	4.7	5.8
Na (mmol/l)	121.9	126.6	122.8	123.8
K (mmol/l)	4.96	4.95	5.07	5.05
Glu (mmol/l)	1.8	1.5	4.7	4.9
Saturation (%)	98.2	74.5	99.9	75.3
FiO2 (%)	28	28	80	80

Б-ной № 2, (A-a)PO_2

- P_{IO_2} = 0.8 • (760 – 46) = 571 мм рт ст
- P_{AO_2} = 571 – 43.8/0.8 = 516 мм рт ст
- (A-a)PO_2 = 516 – 350 = 132 мм рт ст

ТЭЛА



Почему айтишники не могут быть докторами