

ОРДС

Храпов К.Н.

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ВМедА

**ACUTE RESPIRATORY DISTRESS
IN ADULTS**

DAVID G. ASHBAUGH
M.D. Ohio State

ASSISTANT PROFESSOR OF SURGERY

D. BOYD BIGELOW
M.D. Colorado

ASSISTANT IN MEDICINE AND AMERICAN THORACIC SOCIETY-NATIONAL
TUBERCULOSIS ASSOCIATION FELLOW IN PULMONARY DISEASE

THOMAS L. PETTY
M.D. Colorado

of lung compliance, and diffuse alveolar infiltration seen on chest X-ray.

No patient had a previous history of respiratory failure. 1 patient gave a history of mild asthma since childhood but had no disability or recent attacks. Another patient had a chronic cough that was attributed to cigarette smoking. The remaining 10 patients did not have any previous pulmonary disease.

Severe trauma preceded respiratory distress in 7 patients (table 1). Viral infection in 4 patients and acute pancreatitis in 1 patient were precipitating factors in the remainder. Respiratory distress occurred as early as one hour and as late as ninety-six hours after the precipitating illness or injury. Shock of varying degree and duration was present in 8 patients and

- Тяжелое диспноэ
- Тахипноэ
- Цианоз, рефрактерный к кислородотерапии
- Сниженная растяжимость легких
- Диффузная альвеолярная инфильтрация на рентгенограмме

Определение

«...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»

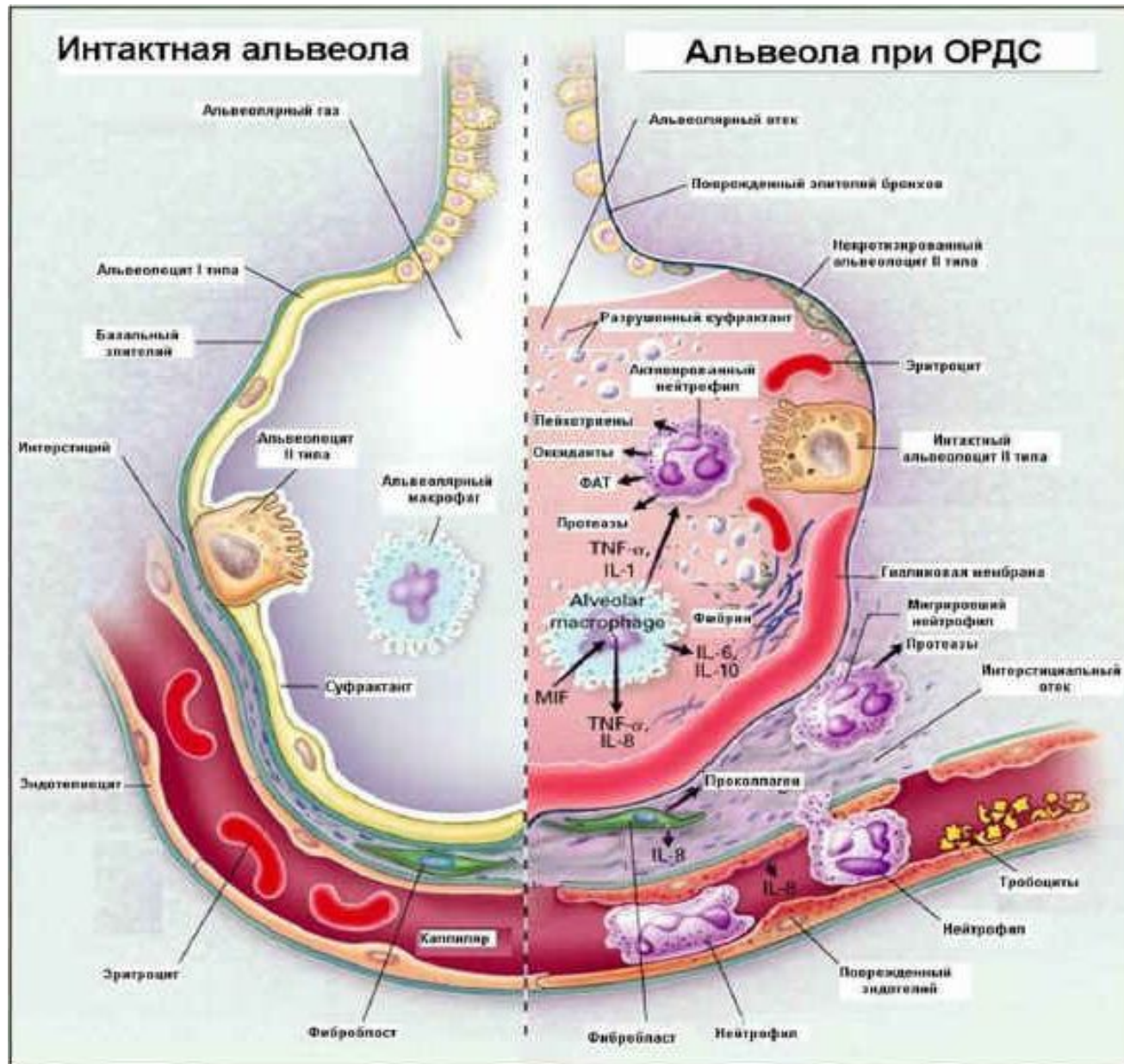
Заболеваемость и летальность

- Частота развития ОРДС в Германии варьирует от **1,5 до 9,3** случаев на 100 000 населения в год. (Levandovski K, Metz J, Deutschmann C, et al. Incidence, severity and mortality of acute respiratory failure in Berlin. Am J Respir Crit Care Med, 1995.)
- Наиболее часто ОРДС отмечается в США - **75** случаев на 100 000 населения в год. (Thomsen G.E., Morris A.H. Incidence of the adult respiratory distress syndrom in the State of Utah, Am J Respir Crit Care Med., 1995)
- В Англии частота развития ОРДС составляет - **4,5** случая на 100 000 населения в год. (Webster N.R., Cohen A.T., Nunn S.F. ARDS - how many cases in the UK, Anaesthesia, 1988)

Патогенез развития ОРДС

- снижение капиллярного кровотока, задержка легочным эндотелием агрегатов, образование микроагрегатов тромбоцитов и микроэмболов с выходом хемоаттрактантов;
- деструкция задержанных продуктов с образованием биологически агрессивных веществ, повреждающих интерстиций;
- сужение и тромбоз сосудов, часто ведущих к пульмональной гипертензии;
- проникновение богатой протеином жидкости в экстравазальное пространство, отражающее пульмональный отек, не связанный с нарушением функции левого желудочка;
- массивный альвеолярный коллапс, обычно сочетающийся с потерей сурфактанта и снижением растяжимости.

Патогенез РДСВ

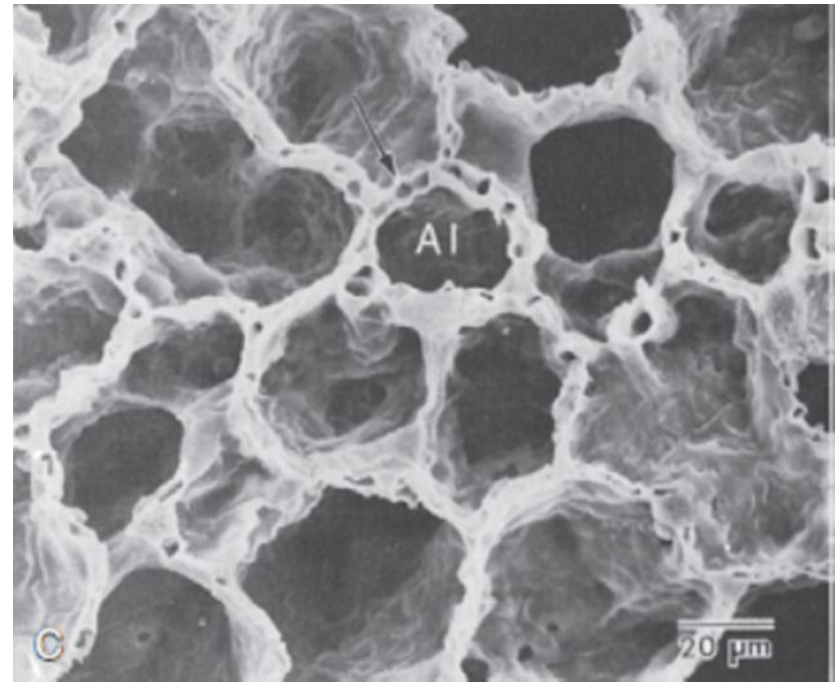


Механизмы артериальной гипоксемии

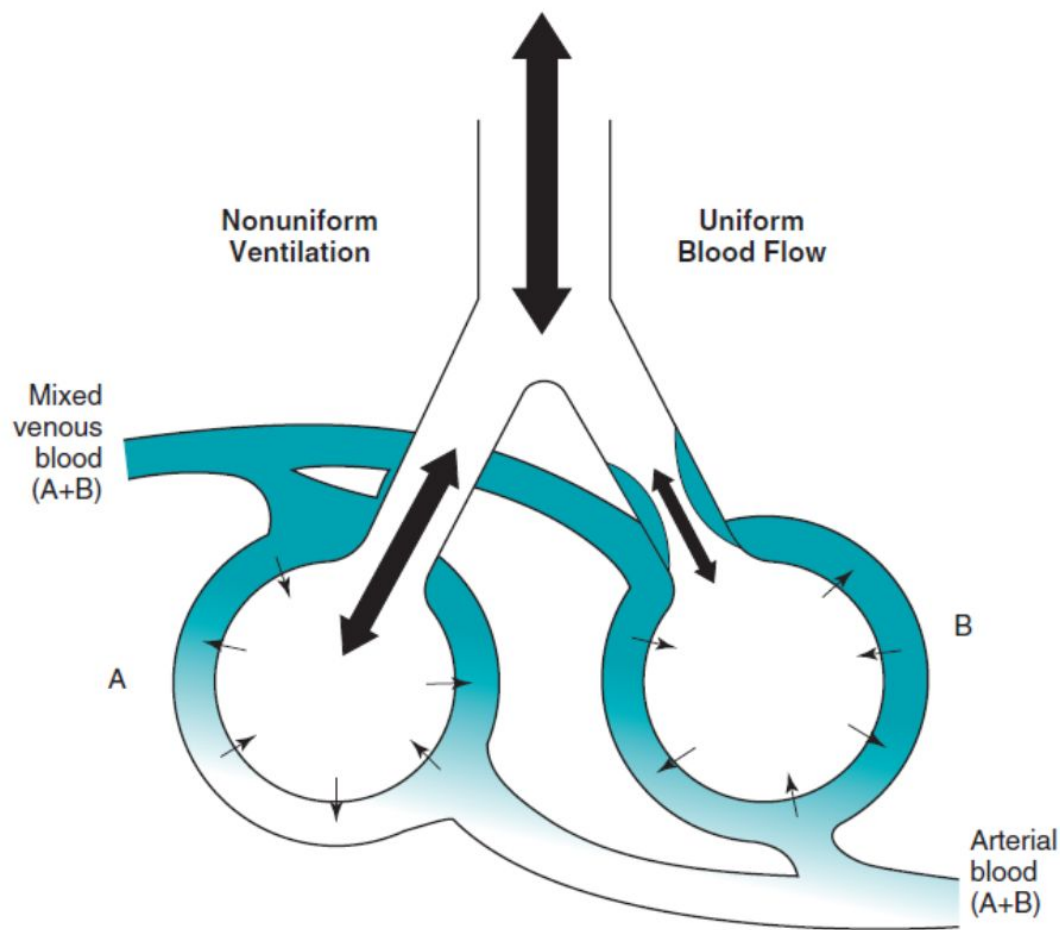
- Нарушение отношения вентиляция-перфузия (V/Q);
- Сброс (шунтирование) венозной крови в артериальное русло;
- Нарушение диффузии кислорода в альвеолах;
- Патологическая десатурация системной венозной крови.

Нарушение вентиляционно-перфузионных отношений

- Наиболее частая причина гипоксемии
- Возможные причины низкого отношения V/Q
 - Уменьшения вентиляции альвеол вследствие заболеваний дыхательных путей или интерстициальных заболеваний легких
 - Гиперперфузия в присутствии нормальной вентиляции
- Назначение 100% O_2 устраняет гипоксию

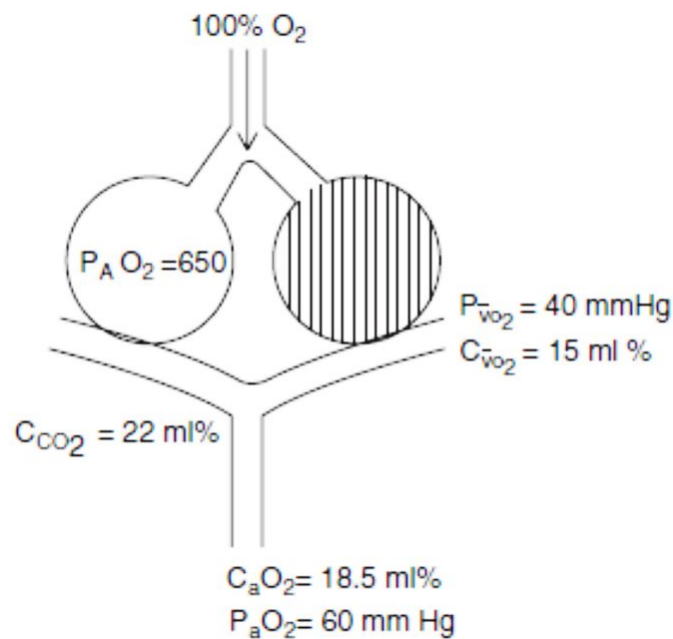


Нарушение вентиляционно-перфузионных отношений (альвеолярная гиповентиляция)



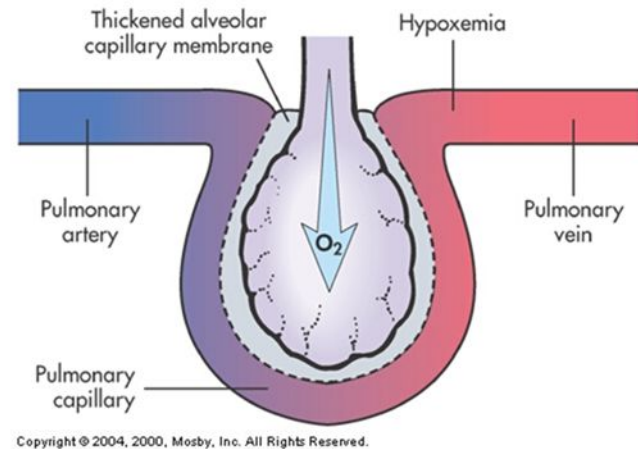
Шунтирование и нарушение оксигенации крови при ОРДС

- Деоксигенированная кровь обходит деоксигенированные альвеолы и смешивается с оксигенированной кровью → гипоксемия
- Гипоксия сохраняется несмотря на ингаляцию 100% O₂
- Гиперкапния возникает, когда шунт > 60%



Диффузионные расстройства

- Наименее частые
- Возникают вследствие
 - Патологии альвеолокапиллярной мембраны
 - ↓ количества альвеол



Патогенез РДСВ

Повреждающий фактор
(прямое или косвенное повреждение легких)

Медиаторы воспаления
(цитокины, ферменты,
эйкосаноиды)

Осложнения
(баротравма,
токсическое
действие O₂ и др.)



*Повреждение альвеоло-
капиллярной мембраны*



Синдром ОПЛ (или ОРДС)

- Нарушение проницаемости альвеолокапиллярной мембраны
- Нарушение синтеза сурфактанта
- Капиллярный тромбоз

- ригидные легкие, мышечная усталость
- шунт, гипоксемия
- легочная гипертензия

Факторы риска ОПЛ (ОРДС)

Прямые

- Аспирация
- Пневмония
- Контузия легких
- Ингаляционные повреждения
- Жировая эмболия (множественные переломы двух и более трубчатых костей)

Факторы риска ОПЛ (ОРДС)

(продолжение)

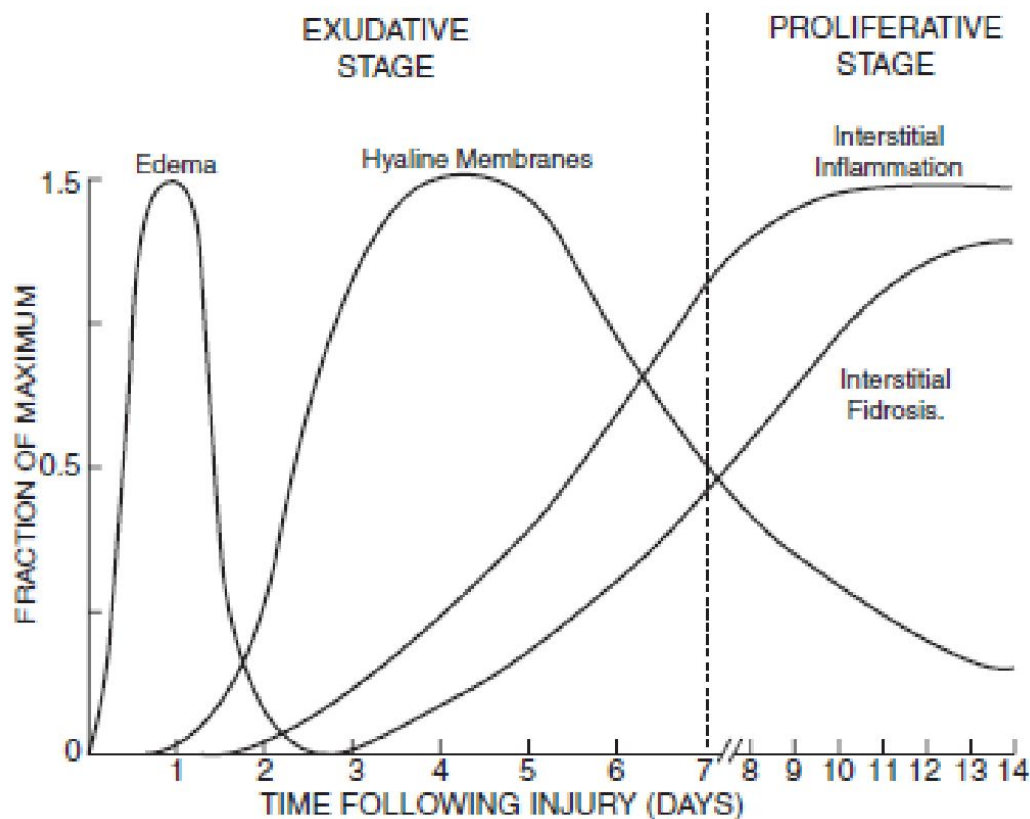
Непрямые

- Сепсис
- Тяжелая неторакальная травма
- Массивные гемотрансфузии
- Ожоги
- Острый панкреатит
- Геморрагических шок
- Передозировка некоторых лекарственных препаратов (опиаты, барбитураты)
- ДВС

Морфологические стадии ОРДС

- Экссудативная
- Пролиферативную
- Фиброзную

Схема протекания ОРДС



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

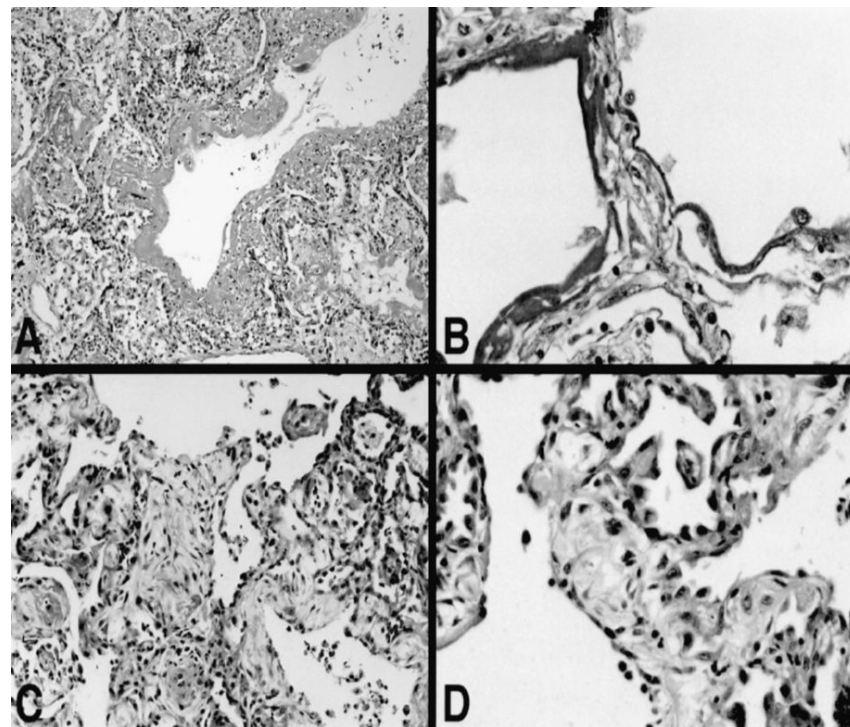
Diffuse Alveolar Damage—The Role of Oxygen, Shock, and Related Factors

A Review

Anna-Luise A. Katzenstein, MD, Colin M. Bloor, MD,
and Averill A. Leibow, MD

ДАП (диффузное
альвеолярное повреждение)

- Наличие гиалиновых мембран плюс, по крайней мере, один из следующих признаков: некроз альвеолоцитов первого типа или эндотелиальных клеток, отек, организующийся интерстициальный фиброз или выраженная пролиферация альвеолоцитов второго типа.



Диагностические критерии ОПЛ и ОРДС

(Специальная Американо-Европейская Согласительная конференция по ОРДС, 1994)

- острое начало;
- двусторонняя инфильтрация на фронтальной рентгенограмме легких;
- нарушение оксигенации крови в легких: PO_2/FiO_2 меньше 300 мм рт.ст. для ОПЛ, меньше 200 мм рт.ст. для ОРДС.
- $DЗЛК \leq 18$ мм рт.ст.

The American-European Consensus Conference of ARDS: Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. Am J Respir Crit Care Med 149:818, 1994.

Дифференциальная диагностика

1. ALI или ARDS
2. Кардиогенный отек
3. Двусторонняя аспирационная пневмония
4. Долевой ателектаз или ателектаз обеих долей
5. Острая потеря вентиляции вследствие полной или почти полной обструкции главного бронха слизистой пробкой или кровяным сгустком
6. Острая потеря вентиляции вследствие пневмоторакса
7. Острая потеря вентиляции вследствие наличия большого количества плеврального выпота
8. Диффузное альвеолярное кровоизлияние , особенно у пациентов после трансплантации костного мозга
9. Массивная эмболия легочной артерии

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

Балл	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$	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

Берлинские критерии постановки диагноза ОРДС

Table 3. The Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Acute Respiratory Distress Syndrome	
Timing	Within 1 week of a known clinical insult or new or worsening respiratory symptoms
Chest imaging ^a	Bilateral opacities—not fully explained by effusions, lobar/lung collapse, or nodules
Origin of edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload Need objective assessment (eg, echocardiography) to exclude hydrostatic edema if no risk factor present
Oxygenation ^b	
Mild	$200 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mm Hg}$ with PEEP or CPAP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$ ^c
Moderate	$100 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Severe	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$

Abbreviations: CPAP, continuous positive airway pressure; FiO_2 , fraction of inspired oxygen; PaO_2 , partial pressure of arterial oxygen; PEEP, positive end-expiratory pressure.

^aChest radiograph or computed tomography scan.

^bIf altitude is higher than 1000 m, the correction factor should be calculated as follows: $[\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \times (\text{barometric pressure}/760)]$.

^cThis may be delivered noninvasively in the mild acute respiratory distress syndrome group.

Берлинские критерии постановки диагноза ОРДС

1. Временной интервал: возникновение синдрома (новые симптомы или усугубление симптомов поражения легких) в пределах одной недели от момента действия известного причинного фактора.
2. Визуализация органов грудной клетки (ОГК): двусторонние затемнения, которые нельзя объяснить выпотом, ателектазом, узлами.
3. Механизм отёка: дыхательную недостаточность нельзя объяснить сердечной недостаточностью или перегрузкой жидкостью. Если факторов риска сердечной недостаточности нет, необходимы дополнительные исследования, прежде всего эхокардиография.

Берлинские критерии постановки диагноза ОРДС

4. Нарушение оксигенации (гипоксемия):

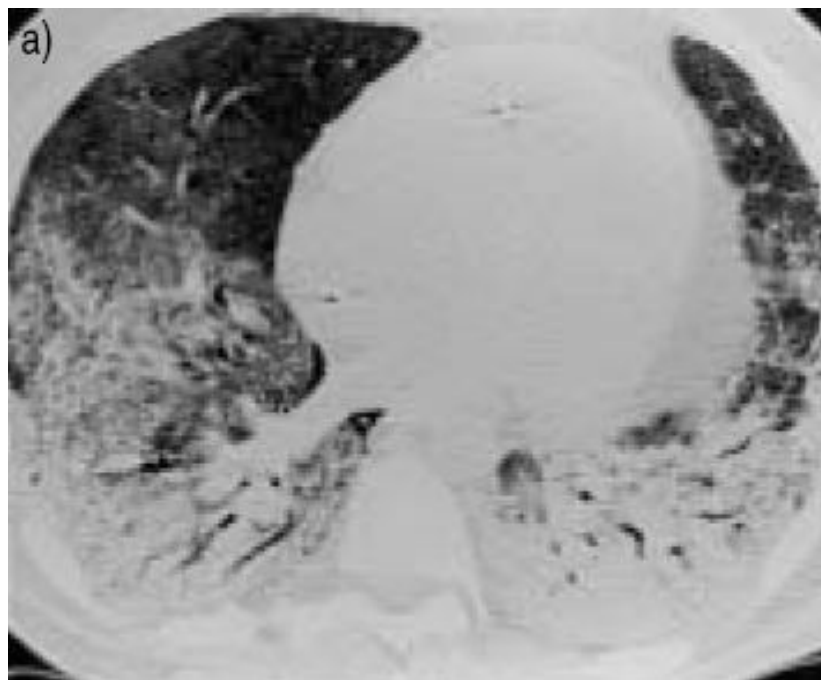
4.1. Легкая: $200 \text{ мм рт.ст.} < PaO_2/FiO_2 \leq 300$
при ПДКВ или CPAP $\geq 5 \text{ см вод.ст.}$

4.2. Умеренная: $100 \text{ мм рт.ст.} < PaO_2/FiO_2 \leq 200$
при ПДКВ или CPAP $\geq 5 \text{ см вод.ст.}$

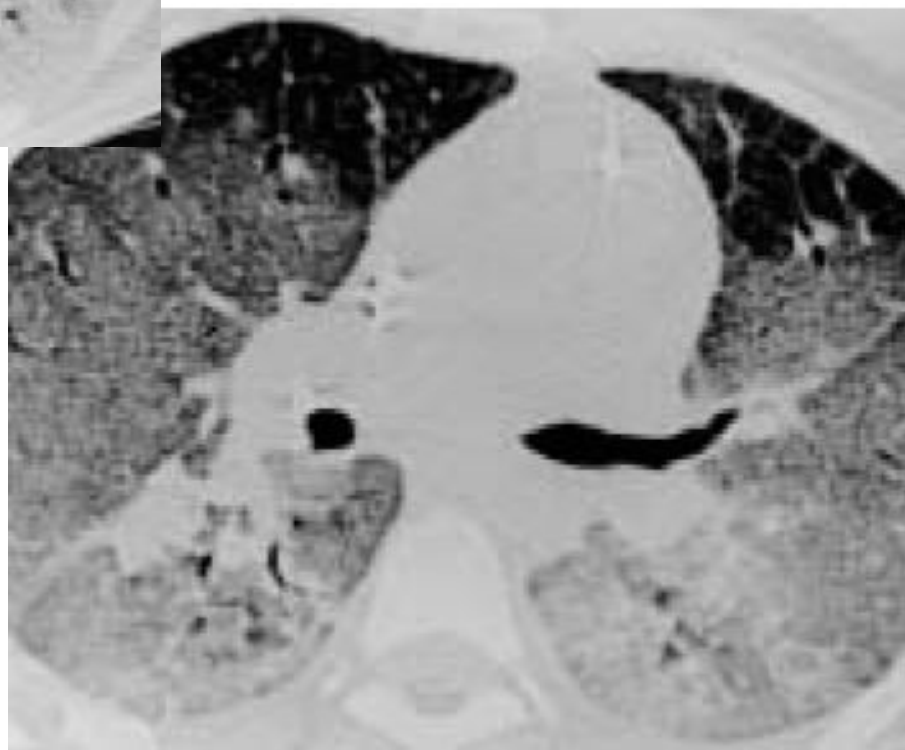
4.3. Тяжелая: $PaO_2/FiO_2 \leq 100$ при ПДКВ
или CPAP $\geq 5 \text{ см вод.ст.}$

Рентгенограмма больного с ОРДС после автотравмы

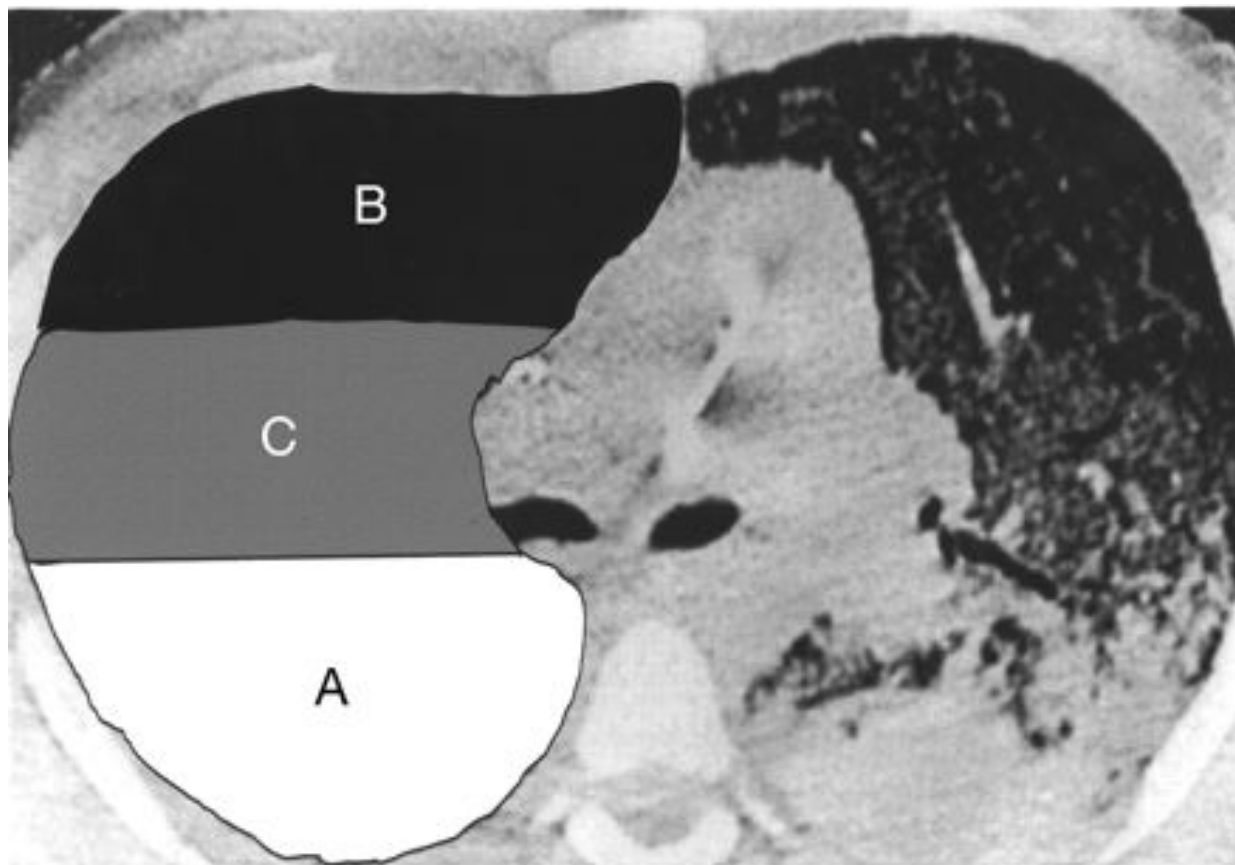




КТ легких
больного с
ОРДС



КТ легких больного с ОРДС



Повреждения легких, вызванные искусственной вентиляцией легких

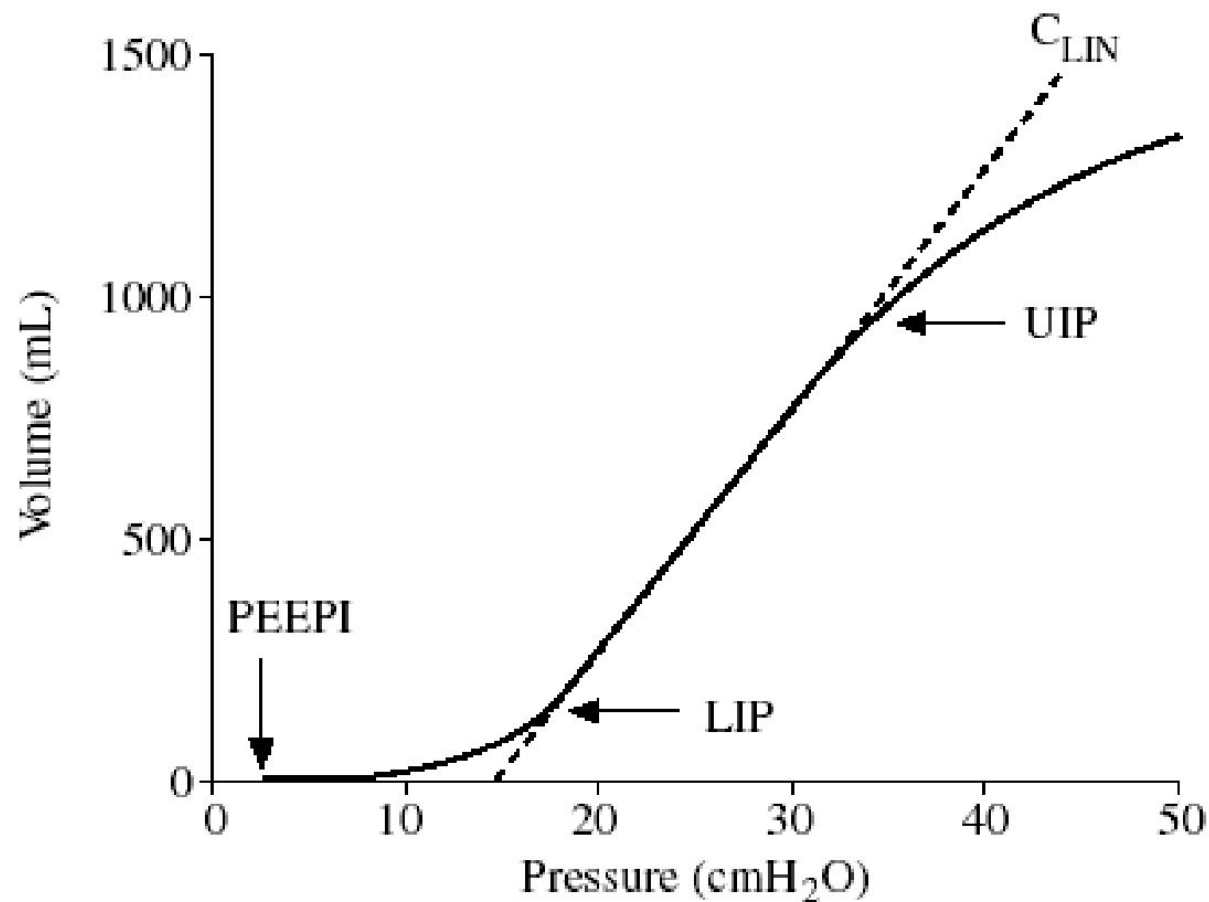
- Баротравма (внеальвеолярный газ)
- Травма объемом (диффузное поражение альвеол из-за перерастяжения)
- Травма ателектазами (поражение легких из-за повторяющихся мобилизации и коллапса альвеол дыхательным объемом)
- Биотравма (физический стресс механической вентиляцией, вызывающий высвобождение медиаторов воспаления)

Цели респираторной поддержки

Цель	Ключевой параметр	Допустимые пределы
Вентиляция/ CO_2 клиренс	$p\text{H}$	7.20
Оксигенация	SaO_2	> 90 %
Предотвращение баротравмы легкого	$P_{\text{плато}}$	< 35 см H_2O
Предотвращение токсического действия кислорода	FiO_2	< 0,6

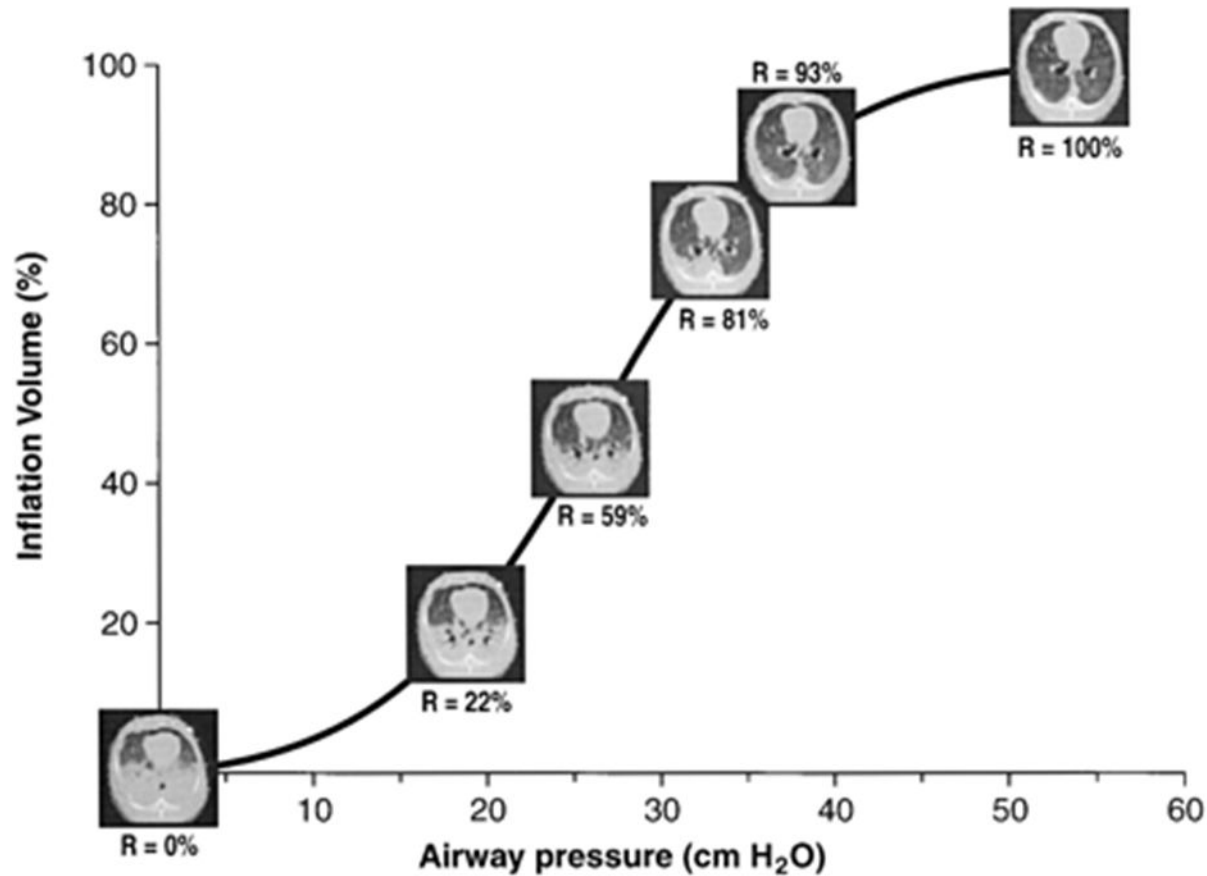
Mechanical ventilation /[edited by] Neil R. Macintyre, Richard D.Branson W.B. Saunders Company 2001 P.528.

Кривая объем-давление



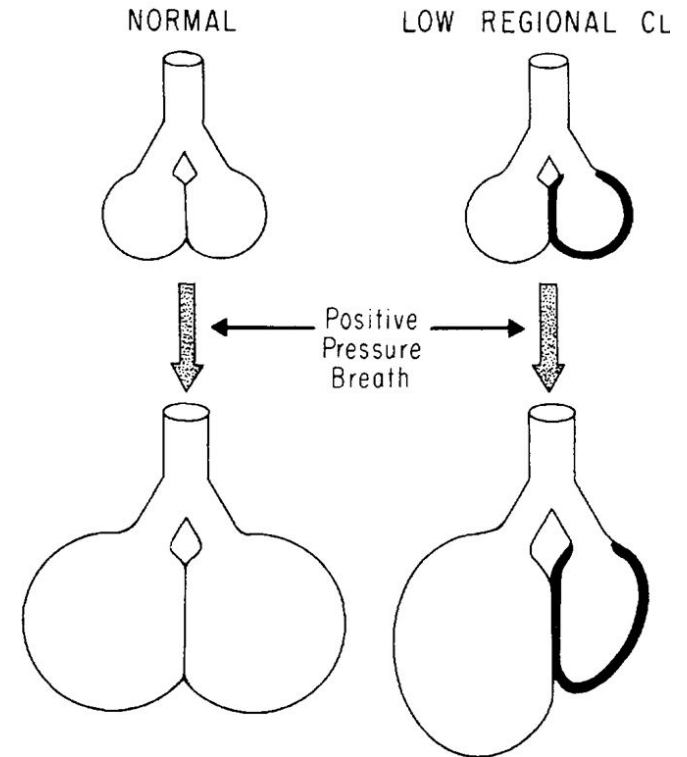
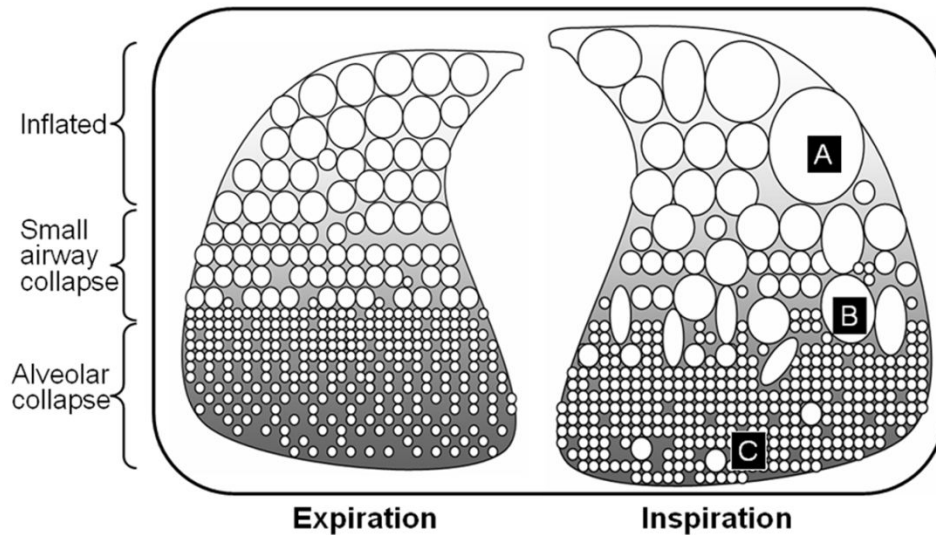
S. Maggiore,
2001

Степень рекрутирования легких в зависимости от давления



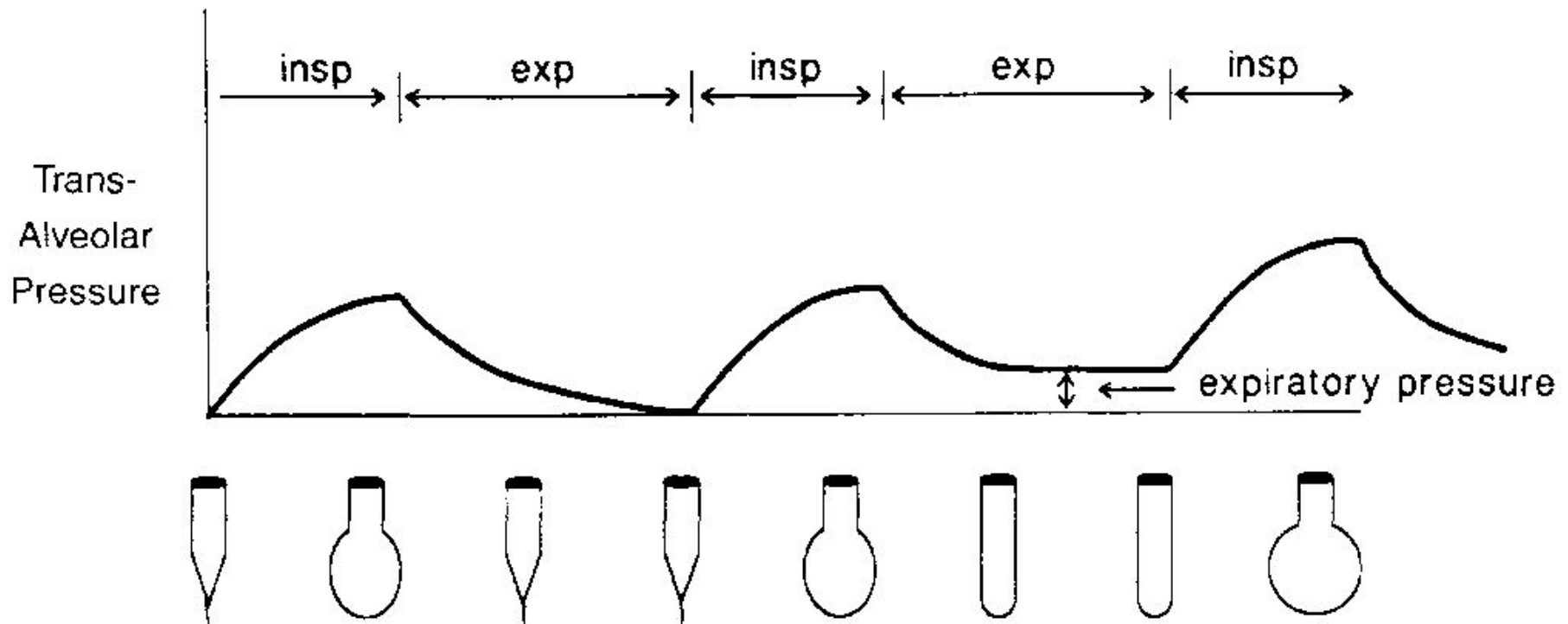
Gattinoni L., Am. J. Respir. Crit. Care Med., 2001.

Механизм повреждения (волютравма)



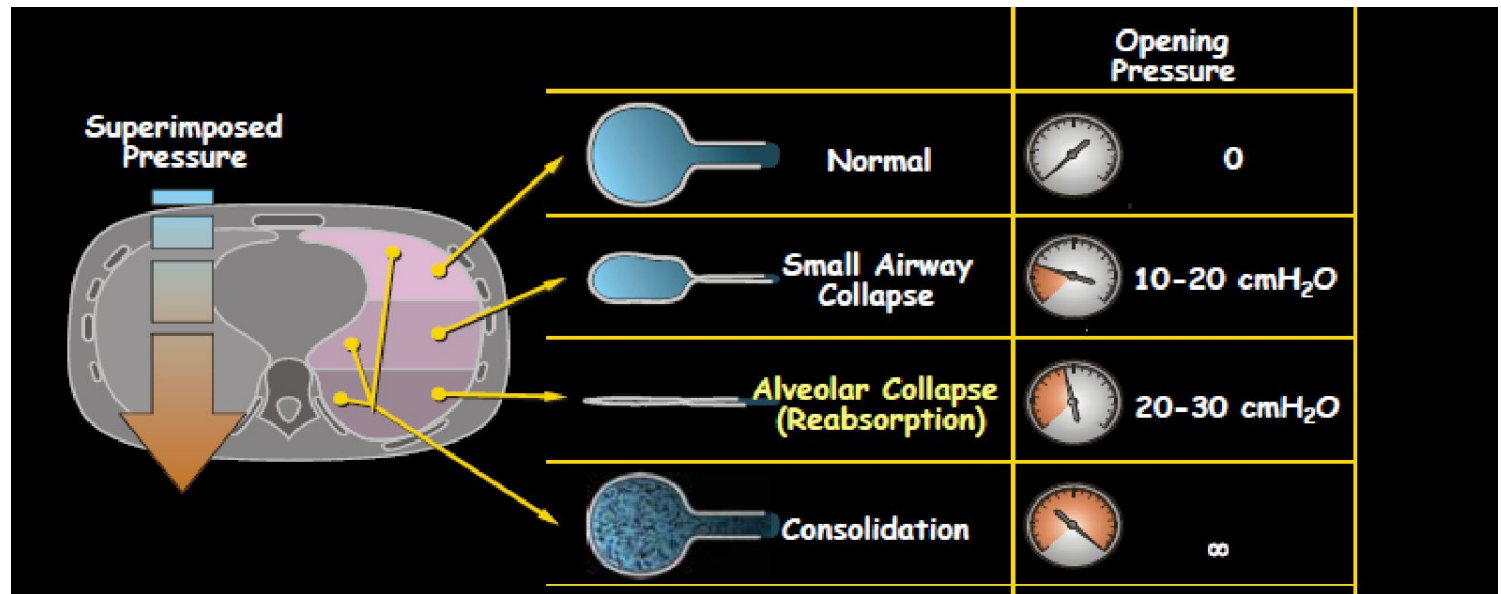
Стратегия применения ПДКВ

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



Повреждение легких при ОРДС

Gattinoni JAMA 1993, Pelosi AJRCCM 1994, Gattinoni AJRCCM 2002, Gattinoni ICM 2005



NIH NHLBI ARDS Clinical Trials Network Low Tidal Volume Ventilation Strategy

Part I: Ventilator setup and adjustment

1. Calculate ideal body weight (IBW)* (also known as predicted body weight [PBW])
2. Use Assist/Control mode and set initial TV to 8 ml/kg IBW (if baseline TV > 8 ml/kg)
3. Reduce TV by 1 ml/kg at intervals ≤ 2 h until TV = 6 ml/kg IBW
4. Set initial rate to approximate baseline $\dot{V}_E$ (but not > 35 bpm)
5. Adjust TV and RR to achieve pH and plateau pressure (Pplat) goals below.
6. Set inspiratory flow rate above patient demand (usually > 80 L/min); adjust flow rate to achieve goal of I:E ratio of 1:1.0–1.3

Part II: Oxygenation goal: $\text{PaO}_2 = 55\text{--}80$ mmHg or $\text{SpO}_2 = 88\text{--}95\%$

1. Use these incremental FI_{O_2} -PEEP combinations to achieve oxygenation goal:

FI_{O_2}	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7
PEEP	5	5	8	8	10	10	10	12
FI_{O_2}	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0
PEEP	14	14	14	16	18	20	22	24

Part III. Plateau pressure (Pplat) goal: ≤ 30 cm H₂O

1. Check Pplat (use 0.5-sec inspiratory pause), SpO_2 , total RR, TV and ABG (if available) at least every 4 h and after each change in PEEP or TV.
2. If Pplat > 30 cm H₂O, decrease TV by 1 ml/kg steps (minimum 4 ml/kg IBW)
3. If Pplat < 25 cm H₂O and TV < 6 ml/kg, increase TV by 1 ml/kg until Pplat > 25 cm H₂O or TV = 6 ml/kg.
4. If Pplat < 20 cm H₂O and breath stacking occurs, one may increase TV in 1 ml/kg increments (to a maximum of 8 ml/kg)

Part IV. pH goal: 7.30–7.45

Acidosis management: pH < 7.30

1. If pH = 7.15–7.30, increase RR until pH > 7.30 or $\text{PaCO}_2 < 25$ mmHg (maximum RR = 35); if RR = 35 and $\text{PaCO}_2 < 25$ mmHg, may give NaHCO_3 .
2. If pH < 7.15 and NaHCO_3 considered or infused, TV may be increased in 1 ml/kg steps until pH > 7.15 (Pplat goal may be exceeded)

Alkalosis management: pH > 7.45: Decrease RR, if possible

* Male IBW = $50 + 2.3 [\text{height (inches)} - 60]$; female IBW = $45.5 + 2.3 [\text{height (inches)} - 60]$

Abbreviations: ABG = arterial blood gas; RR = respiratory rate on ventilator; SpO_2 = Oxygen saturation by pulse oximetry; TV = tidal volume; $\dot{V}_E$ = minute ventilation.

From the NIH NHLBI ARDS Clinical Trials Network (Complete protocol is available at www.ardsnet.org).

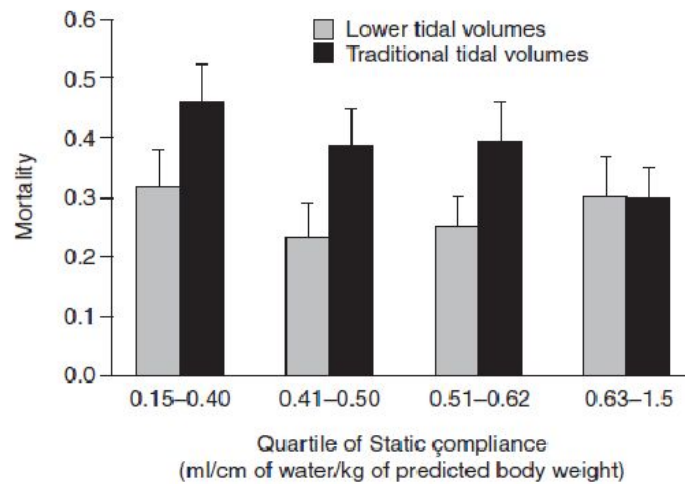
Source: Lanken PN: Acute respiratory distress syndrome, in Lanken PN, Hanson CW III, Manaker S (eds): The Intensive Care Unit Manual, Philadelphia, Saunders Co., 2001, p. 828, reproduced with permission.

Results of NIH NHLBI ARDS Clinical Trials Network Low Tidal Volume vs. Traditional Tidal Volume Clinical Trial (“ARMA”)

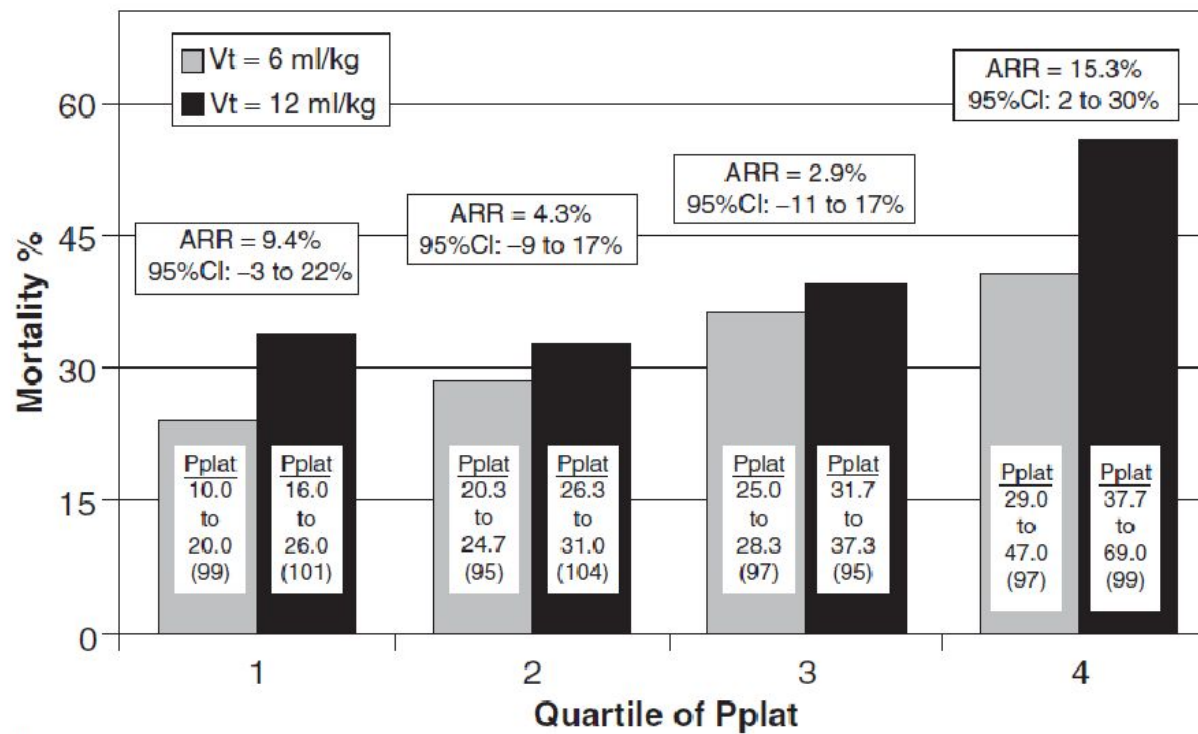
Variable or Outcome	Units	Low Tidal Volume Ventilatory Strategy Mean $\pm$ SD	Traditional Tidal Volume Ventilatory Strategy Mean $\pm$ SD	<i>p</i> Value
Tidal volume on day 1	mL/kg PBW	6.2 $\pm$ 0.9	11.8 $\pm$ 0.8	<0.05
Plateau pressure on day 1	cm H ₂ O	25 $\pm$ 7	33 $\pm$ 9	<0.05
PEEP on day 1	cm H ₂ O	9.4 $\pm$ 3.6	8.6 $\pm$ 3.6	<0.05
PaO ₂ :FiO ₂ on day 1		158 $\pm$ 73	176 $\pm$ 76	<0.05
PaCO ₂ on day 1	mmHg	40 $\pm$ 10	35 $\pm$ 8	<0.05
Death before discharge or 180 days	%	31.0	39.8	0.007
Breathing without assistance at day 28	%	65.7	55.0	<0.001
No. of ventilator-free days by day 28		12 $\pm$ 11	10 $\pm$ 11	0.007
No. of days without failure of nonpulmonary systems by day 28		15 $\pm$ 11	12 $\pm$ 11	0.006

Abbreviations: PBW = predicted body weight (see footnote of Table 145-9 for details); PEEP = positive end expiratory pressure; SD = standard deviation; ventilator-free days by day 28, number of days alive and not receiving assisted ventilation between days 1 and 28.

Source: Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *New Engl J Med* 342:1301, 2000.



A



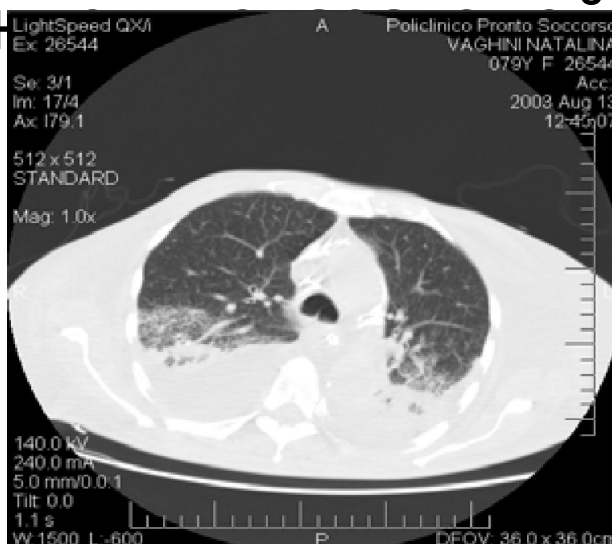
B

Методы подбора ПДКВ

- На основании оценки показателей газообмена;
- С использованием визуализационных методик;



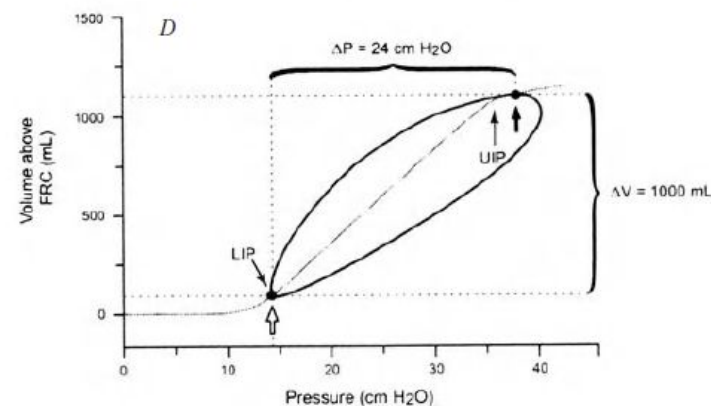
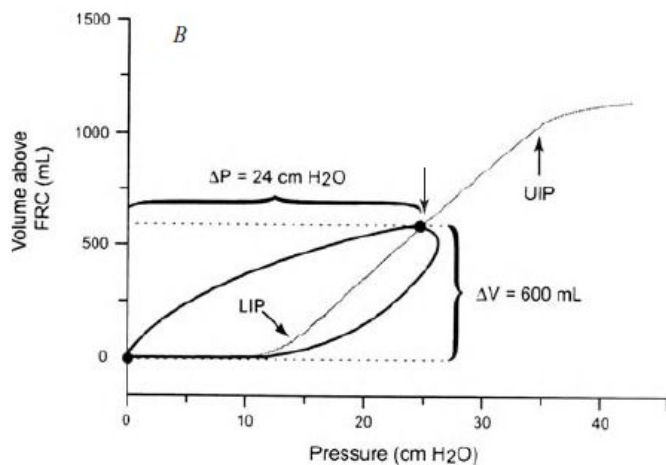
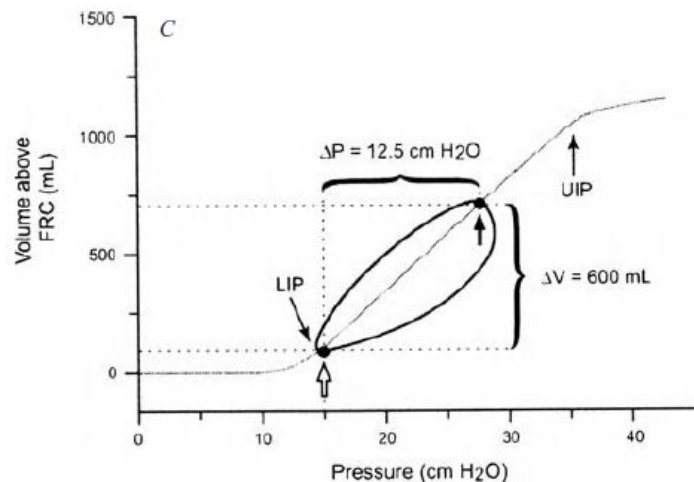
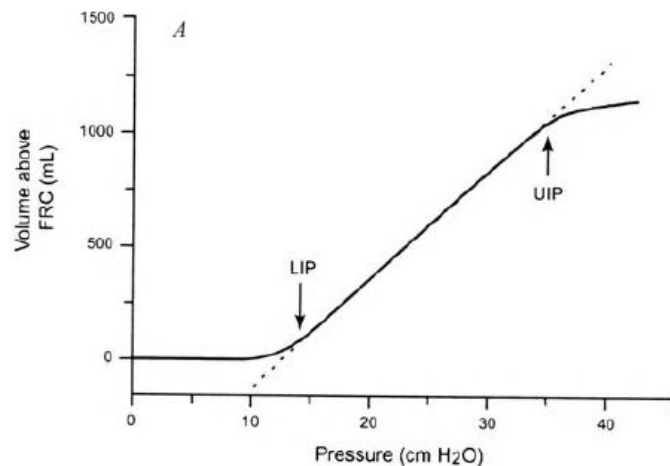
Ван



Мех

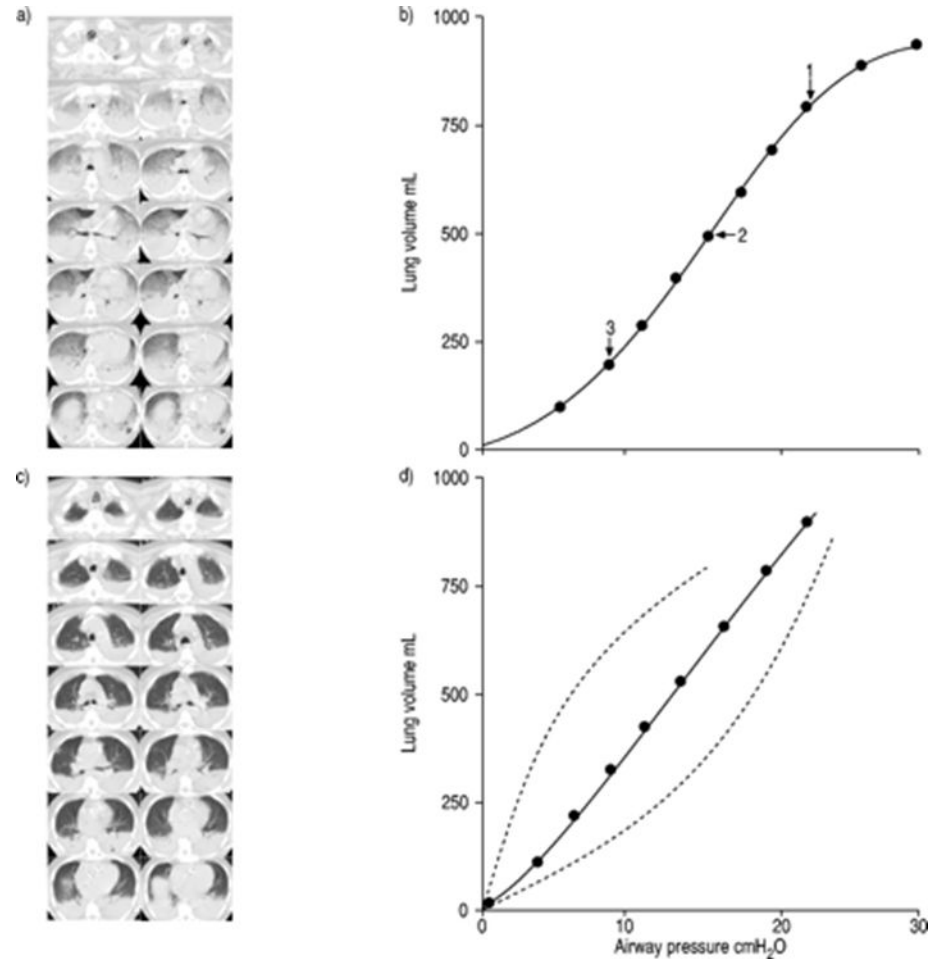


Кривая объем-давление при ОРДС



Lanken P.N.: Acute respiratory distress syndrome, in Lanken PN, Hanson CW III, Manaker S (eds): *The Intensive Care Unit Manual*. Philadelphia, Saunders, 2001, pp 824–825.

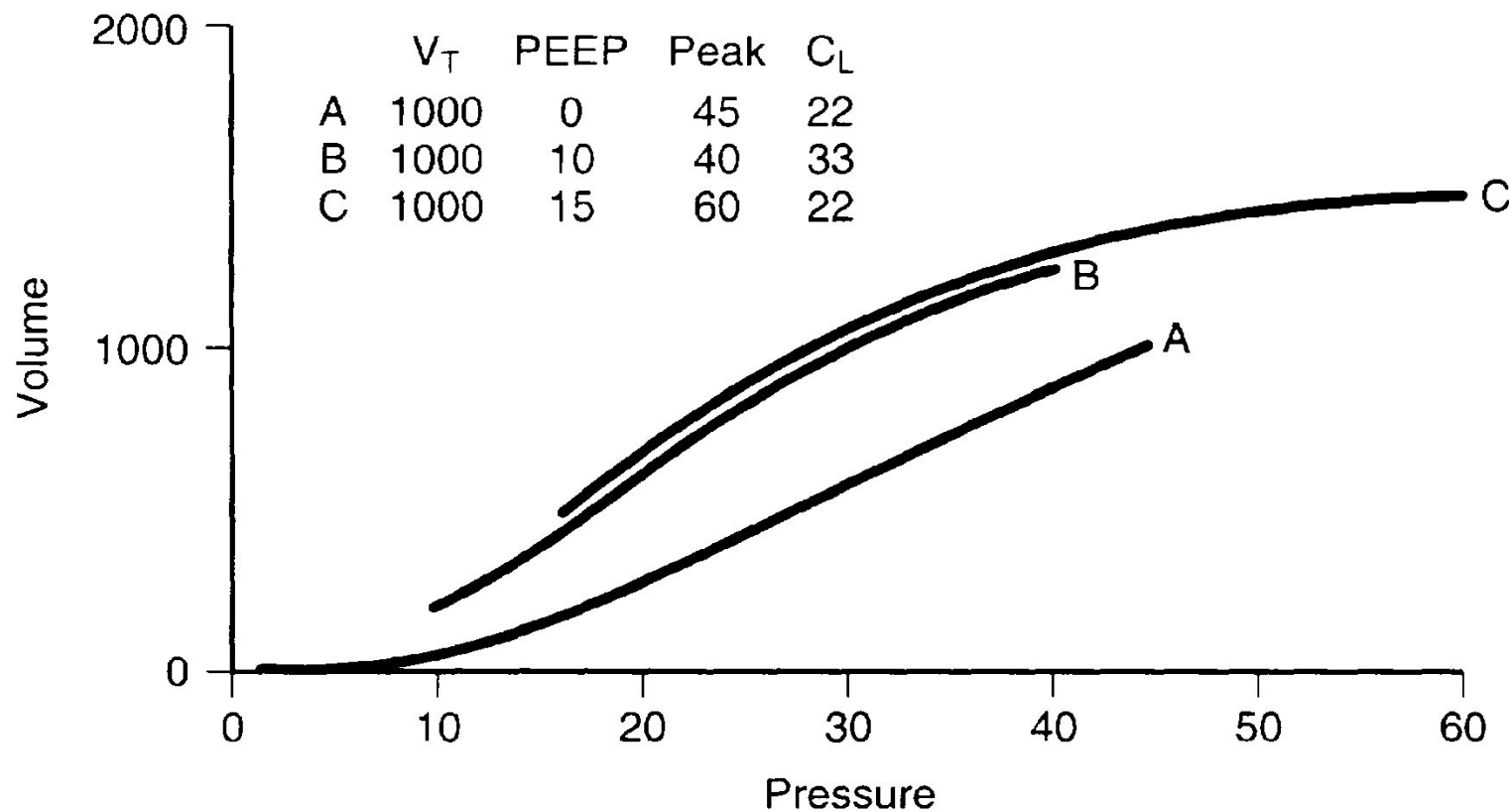
Кривая «объем-давление» и данные КТ при ОРДС



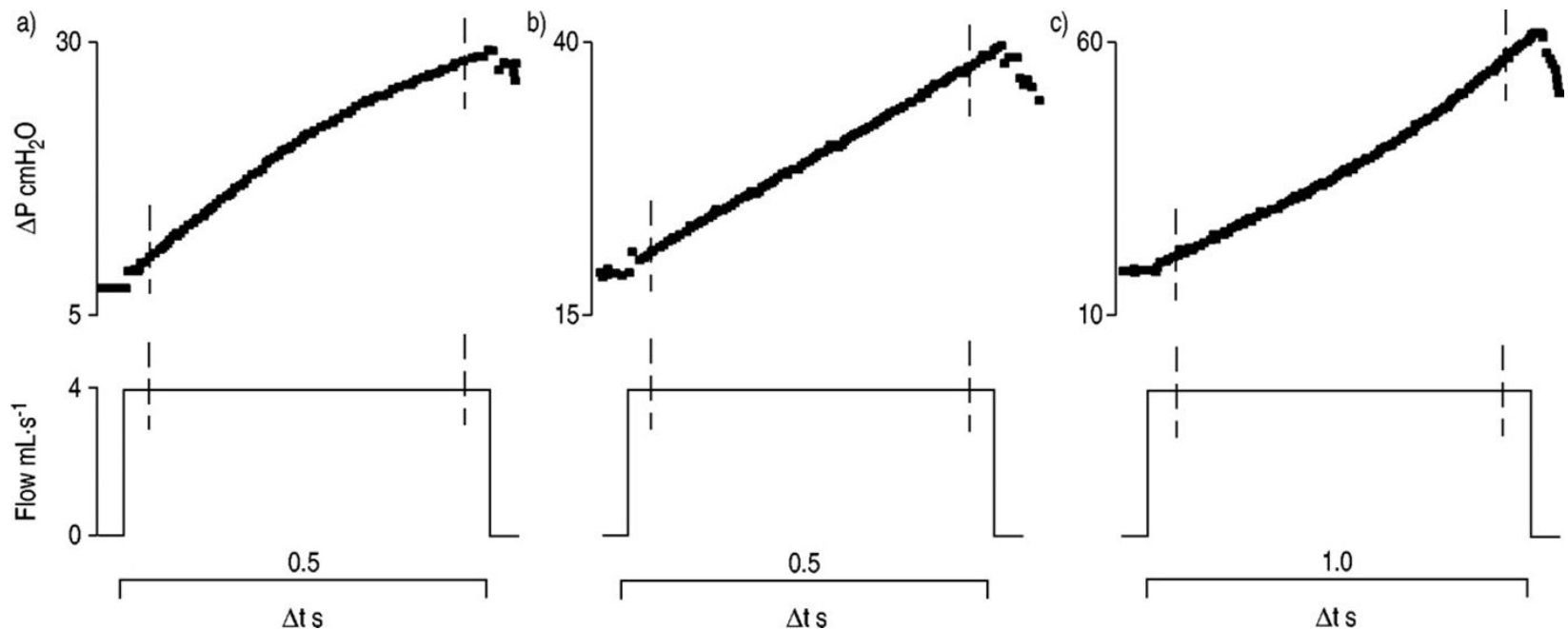
J-J. Rouby, Eur Respir J 2003;

Изменение растяжимости дыхательной системы в зависимости от уровня ПДКВ

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

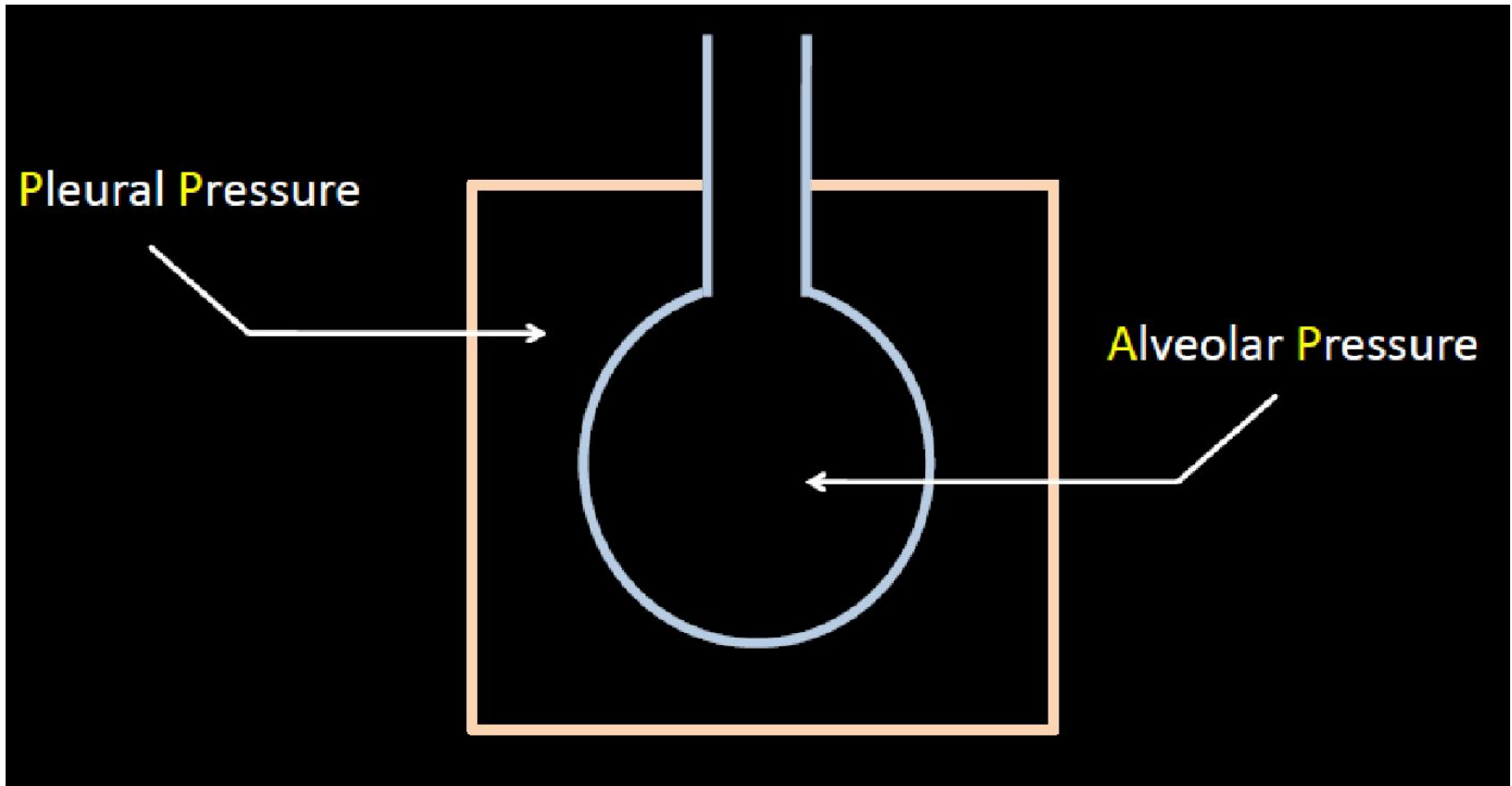


Концепция стресс-индекса



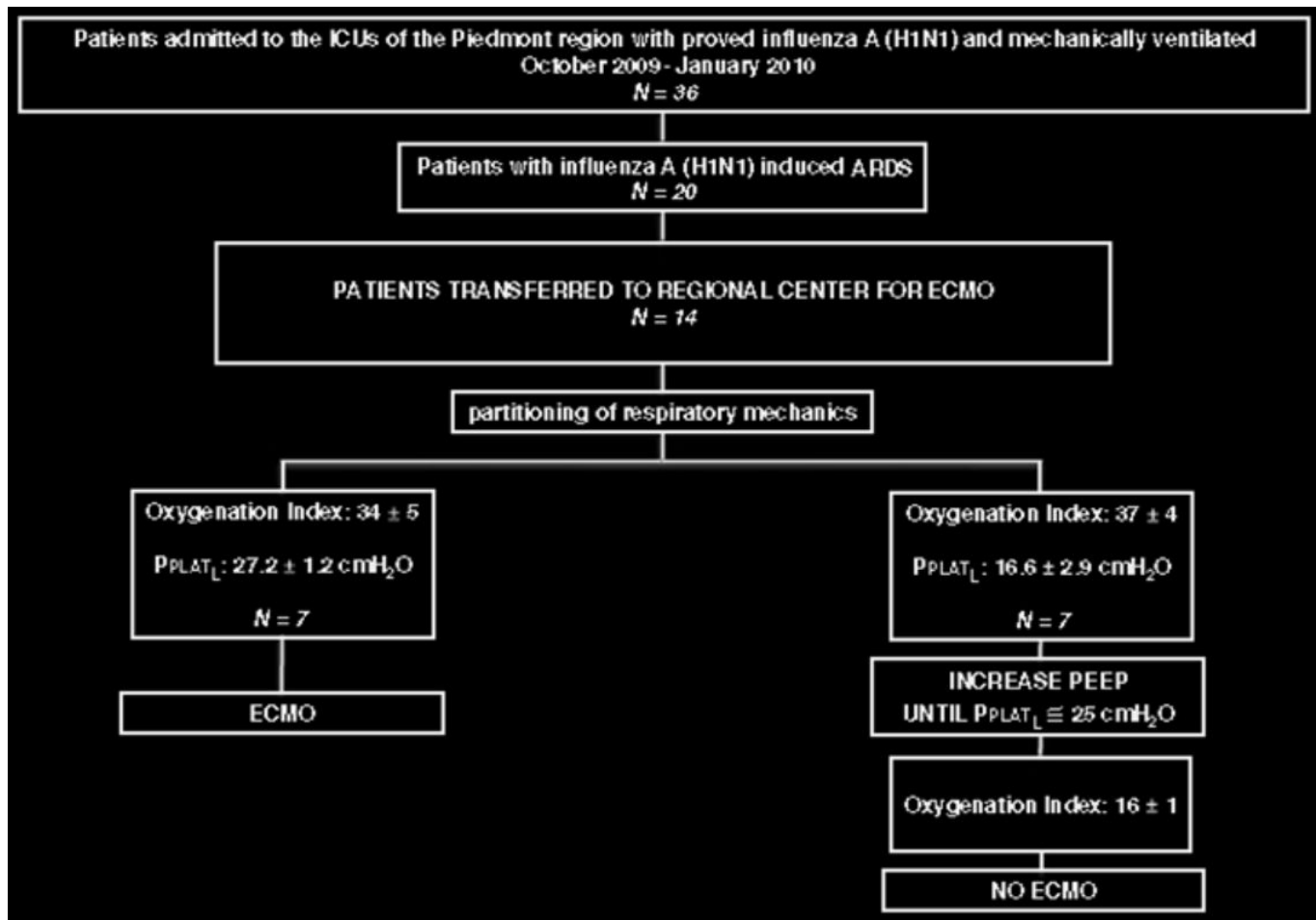
$$P_{ao} = a \cdot t^b + c$$

Пищеводное и транспульмональное давление

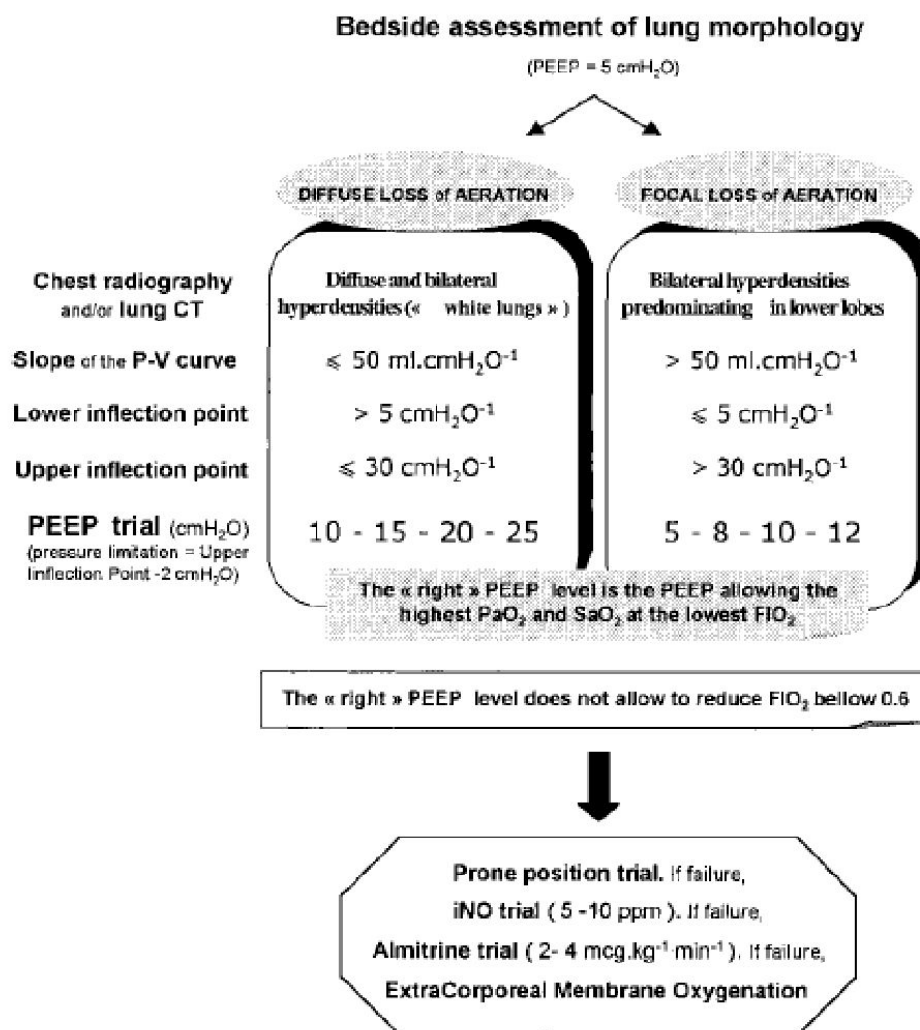


Транспульмональное $P = \text{Альвеолярное } P - \text{Плевральное } P$

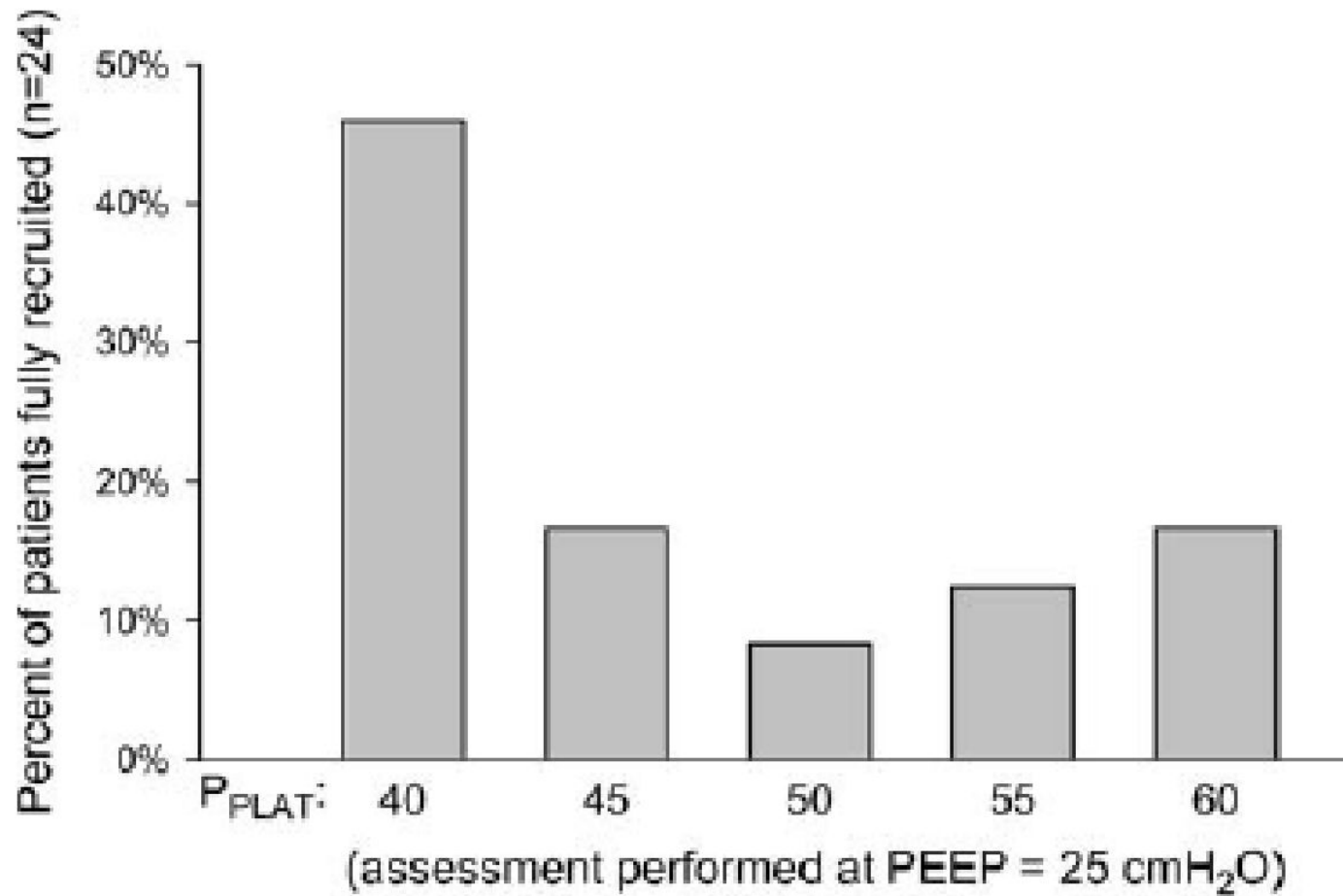
Определение показаний к ЭКМО



Алгоритм выбора ПДКВ



Давление и рекрутирование альвеол



Продленная инфляция

End PEEP defines new PEEP after next maneuver.

Reconfirm if

- P_{top} is greater than 40 cmH₂O, or
- T_{pause} is greater than 5 s

10

cmH₂O

P_{start}

40

cmH₂O

P_{top}

14

cmH₂O

End PEEP

5

cmH₂O/s

Ramp speed

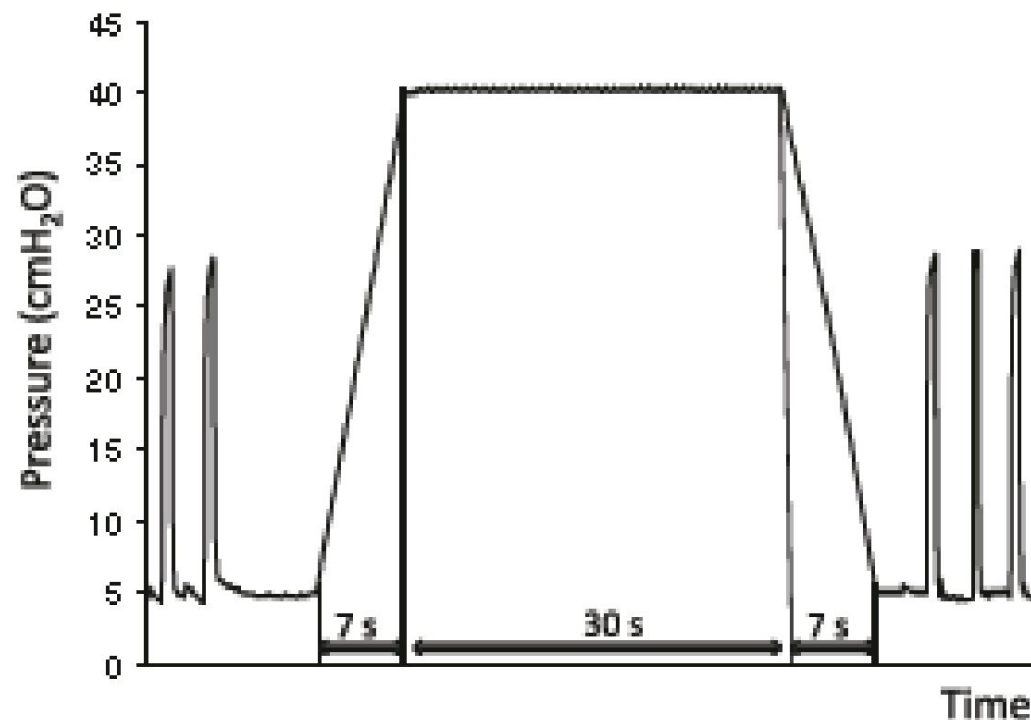
30

s

T_{pause}

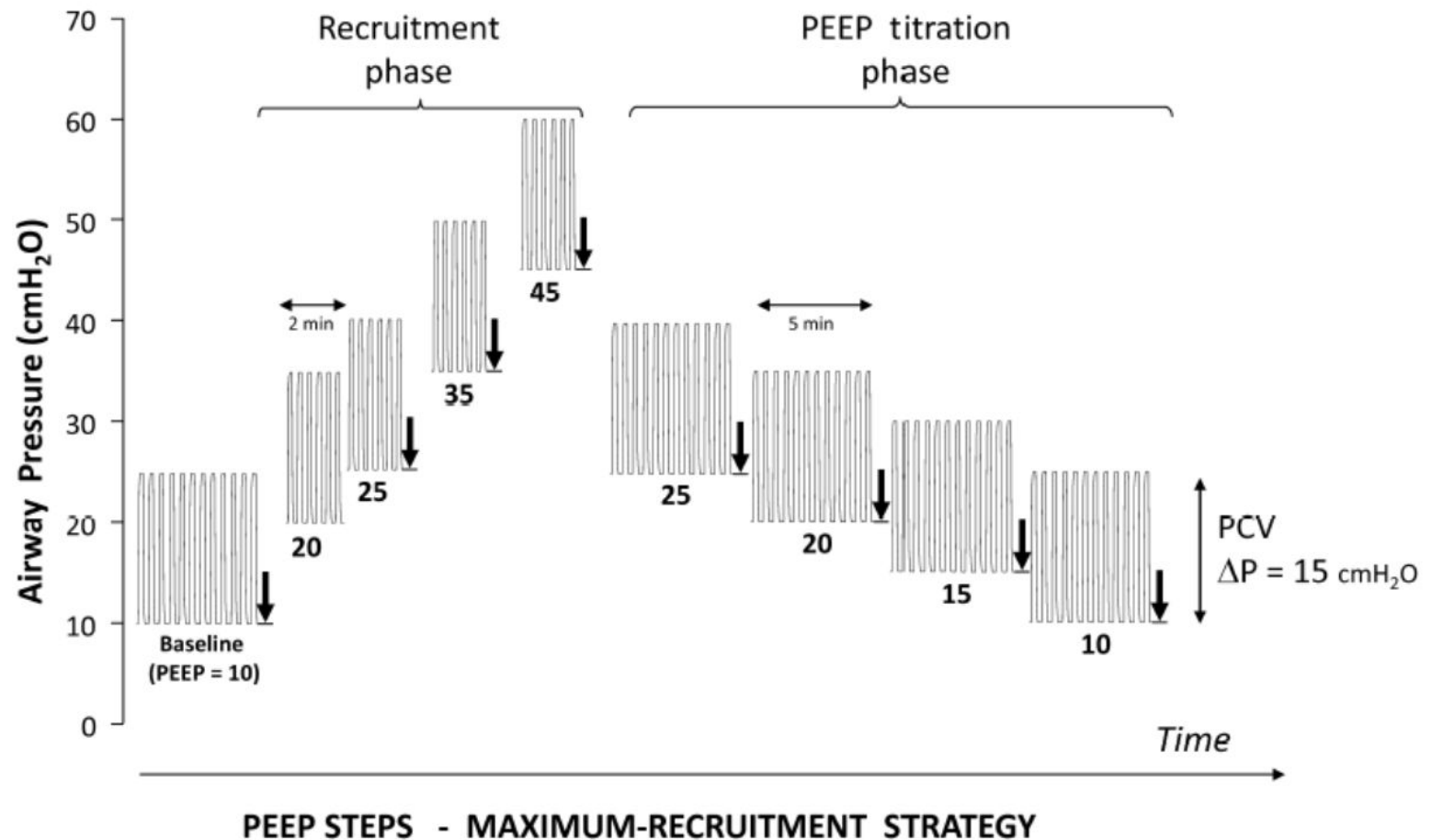
41

T_{maneuver}
s

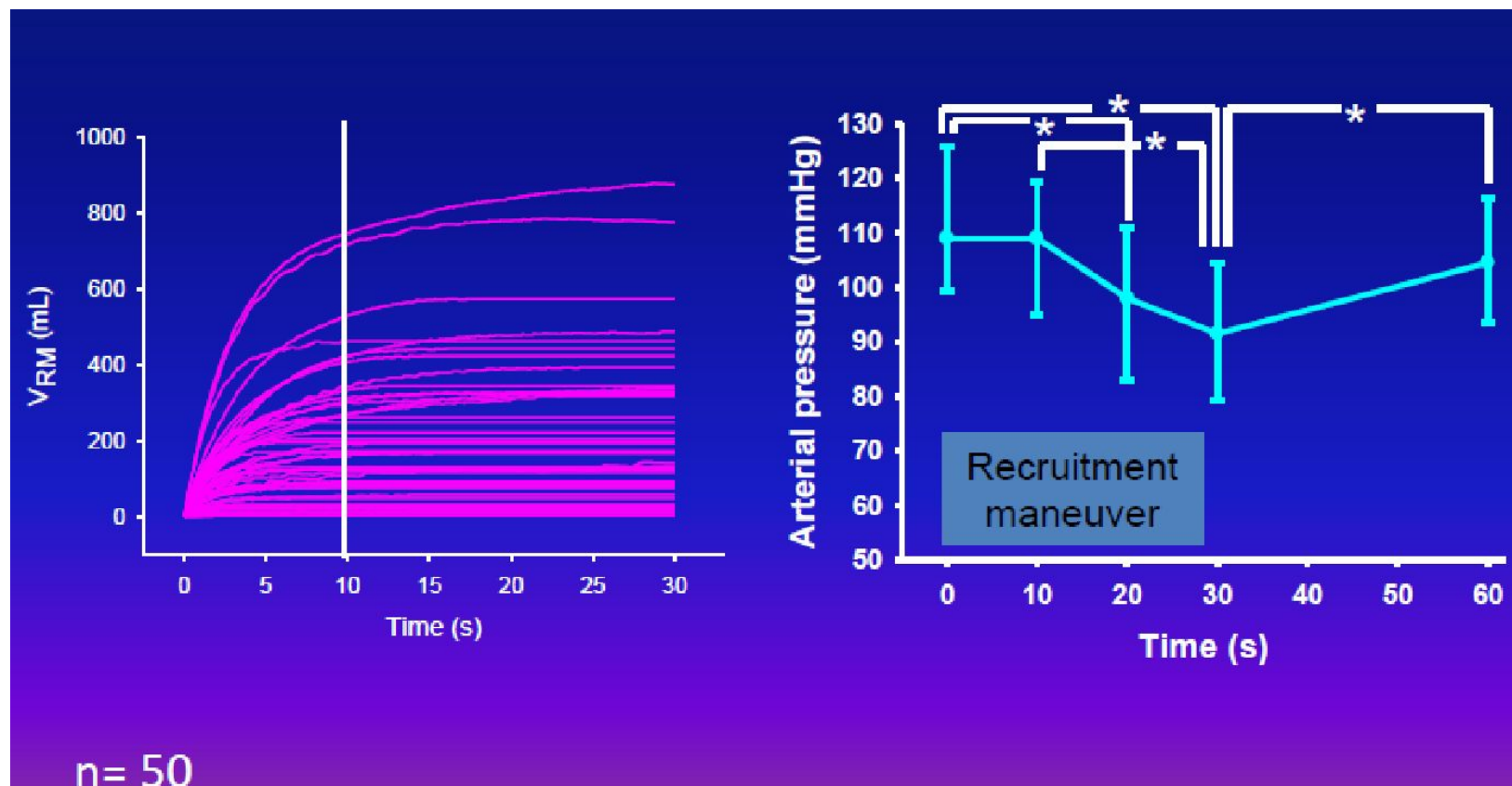


Arnal. Intensive Care
Med 2011

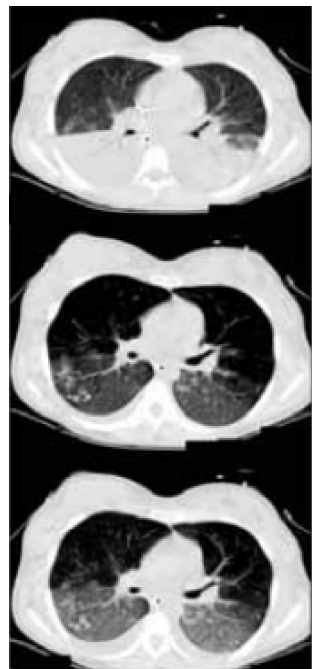
Рекрутирование (режим PCV) и убывающий алгоритм подбора ППВД



Время рекрутирования



Стратегия рекрутирования



Оценка
рекрутабельности

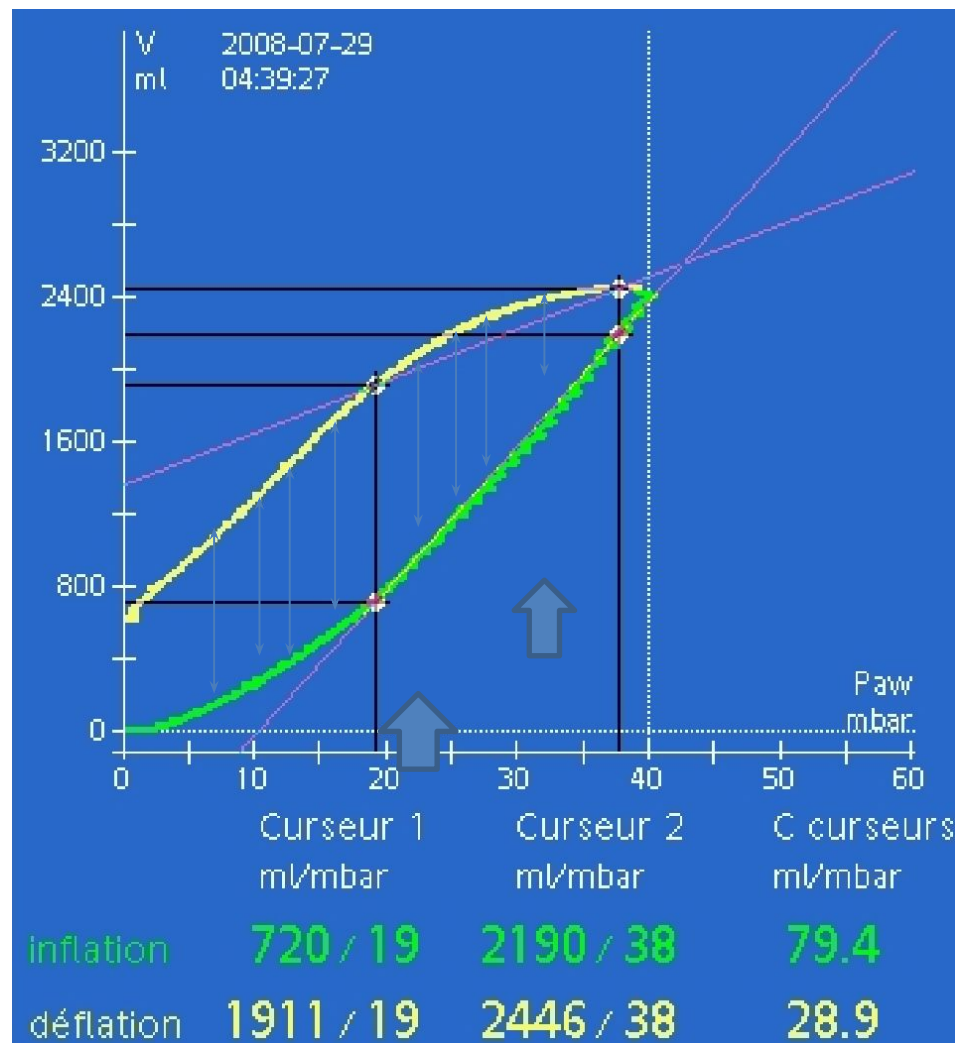
Низкая

Высокая

Не проводить маневр
рекрутирования
альвеол
PEEP= 5-8 cmH₂O

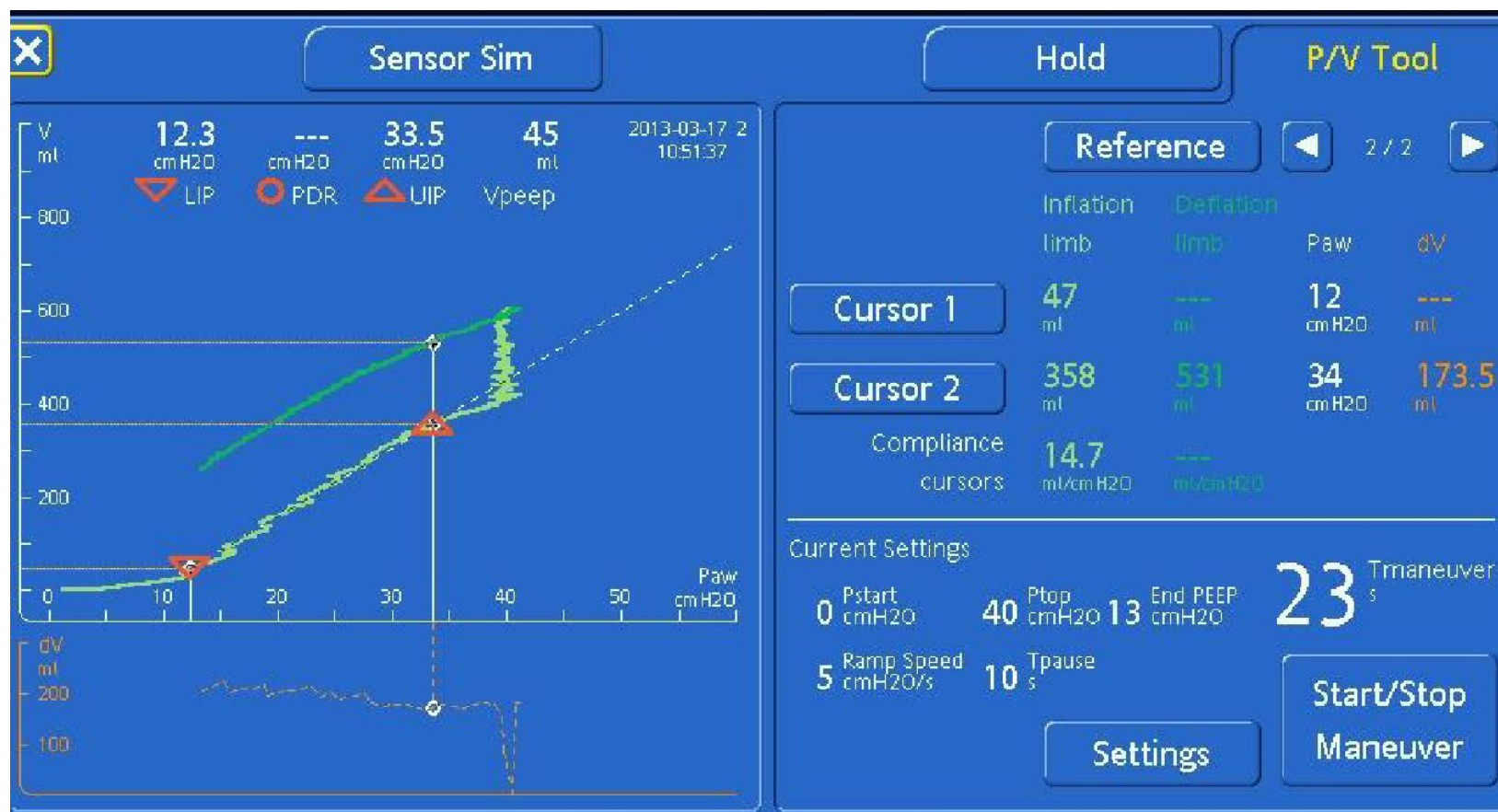
Проводить маневр
рекрутирования альвеол
Подбор PEEP

Оценка рекрутабельности

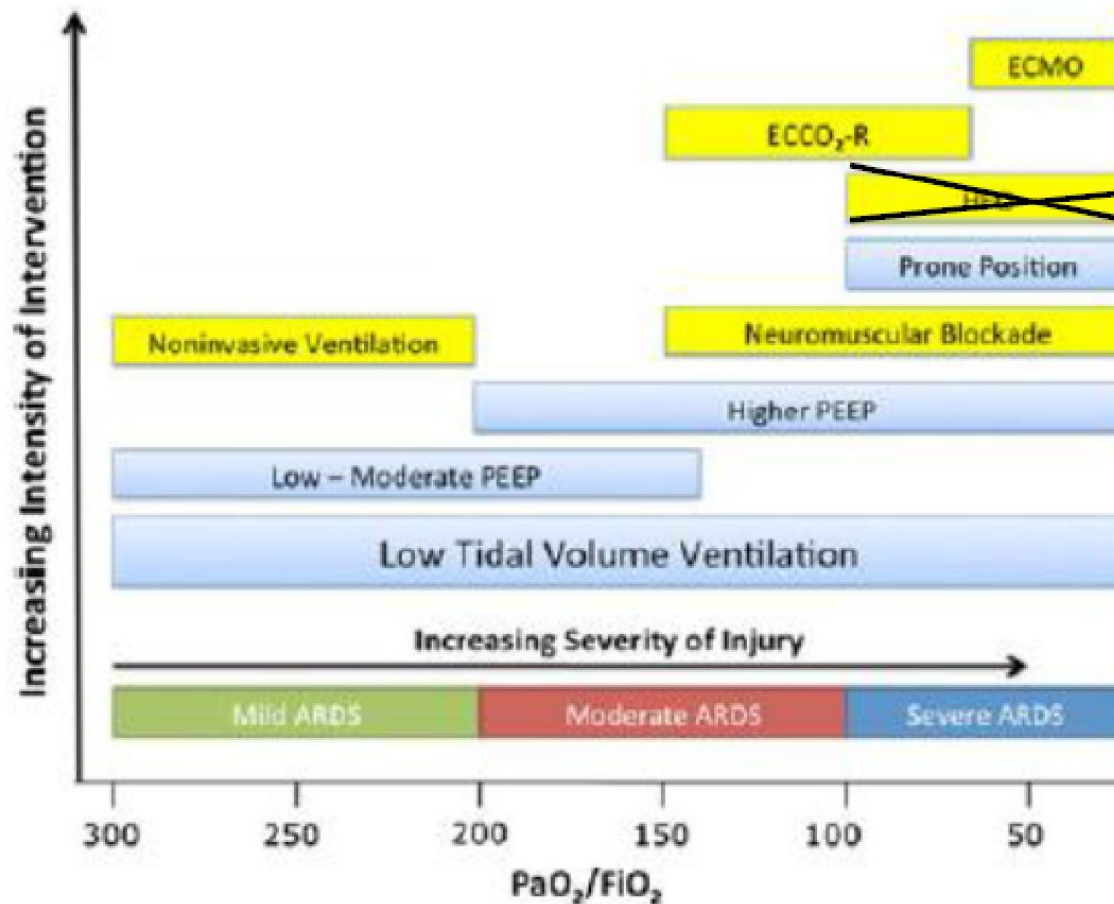


Grasso. Am J Respir Crit Care Med 2005
Maggiore. Am J Respir Crit Care Med 2001

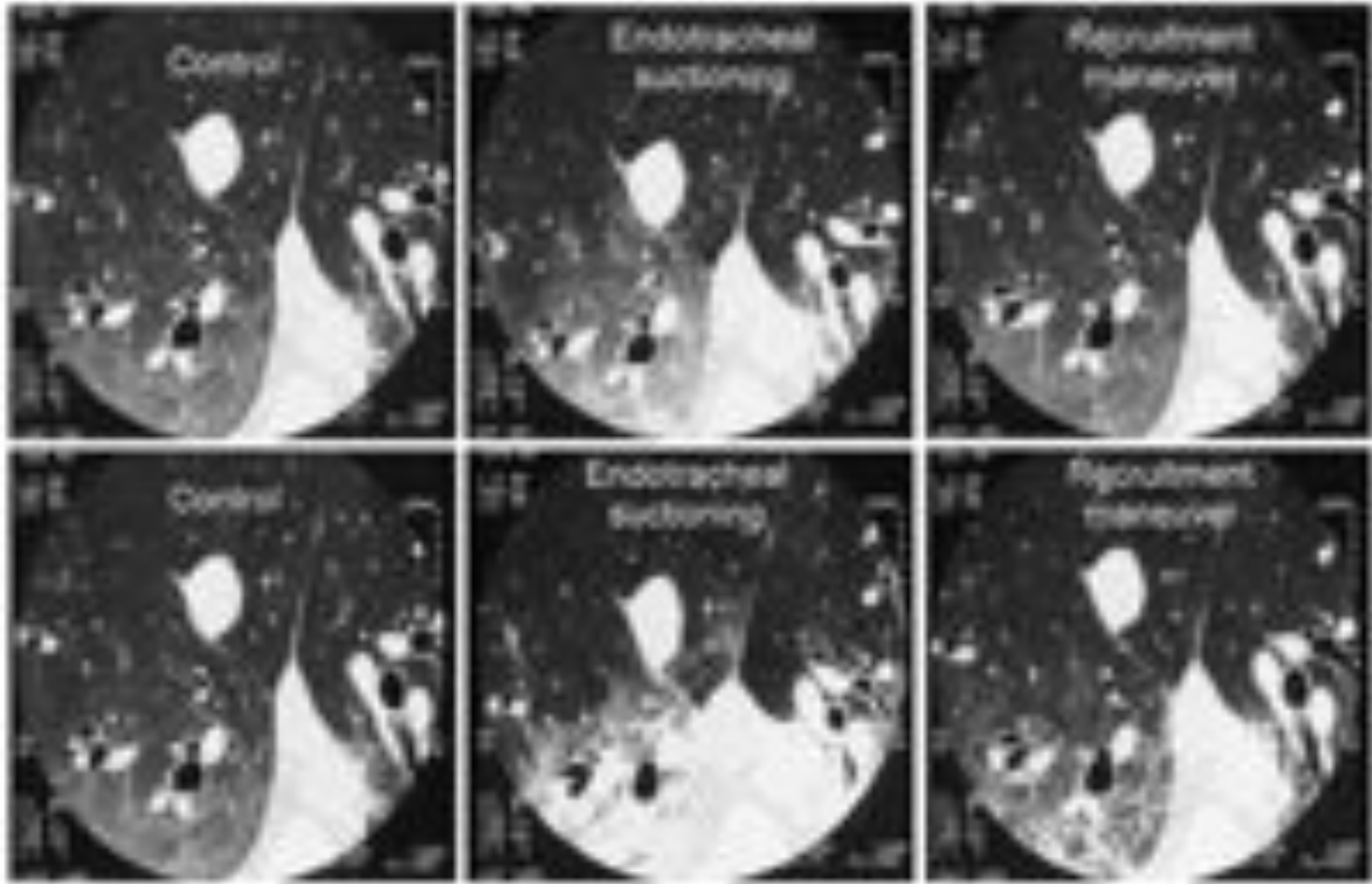
Оценка рекрутабельности



Респираторная поддержка при ОРДС



КТ легких, выполненное после выполнения
санации дыхательных путей и после
проведения «рекрутирования легких»



Дополнительные методы лечения

- «Жидкостная» вентиляция;
- Высокочастотная вентиляция;
- ***Прон-позиция***
- ***Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО);***
- Сурфактантная терапия;
- Ингаляционное применение оксида азота (NO);
- Кортикостероиды.

Влияние положения больного на легкие больного с ОРДС

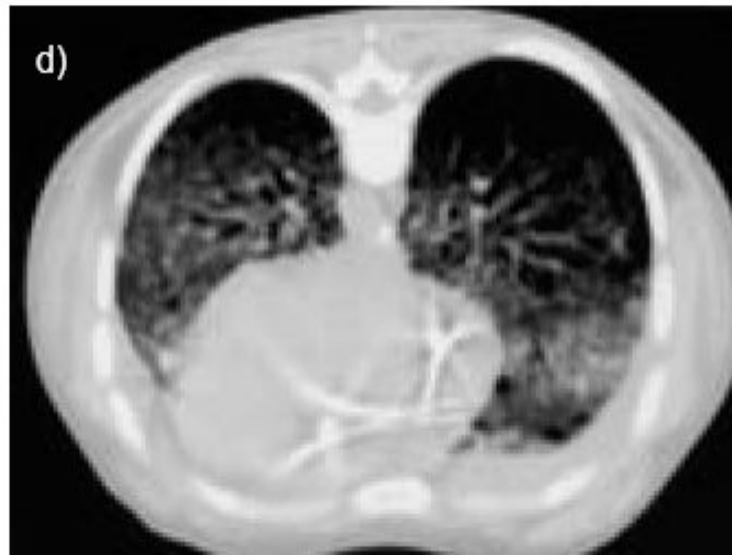
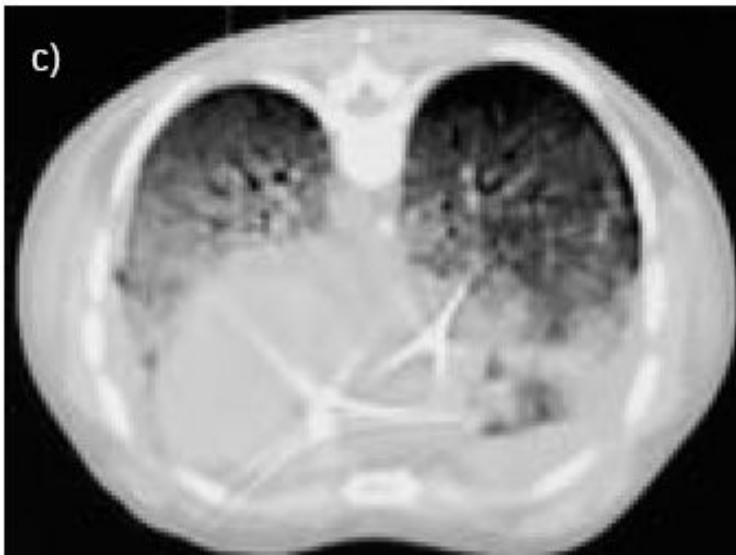
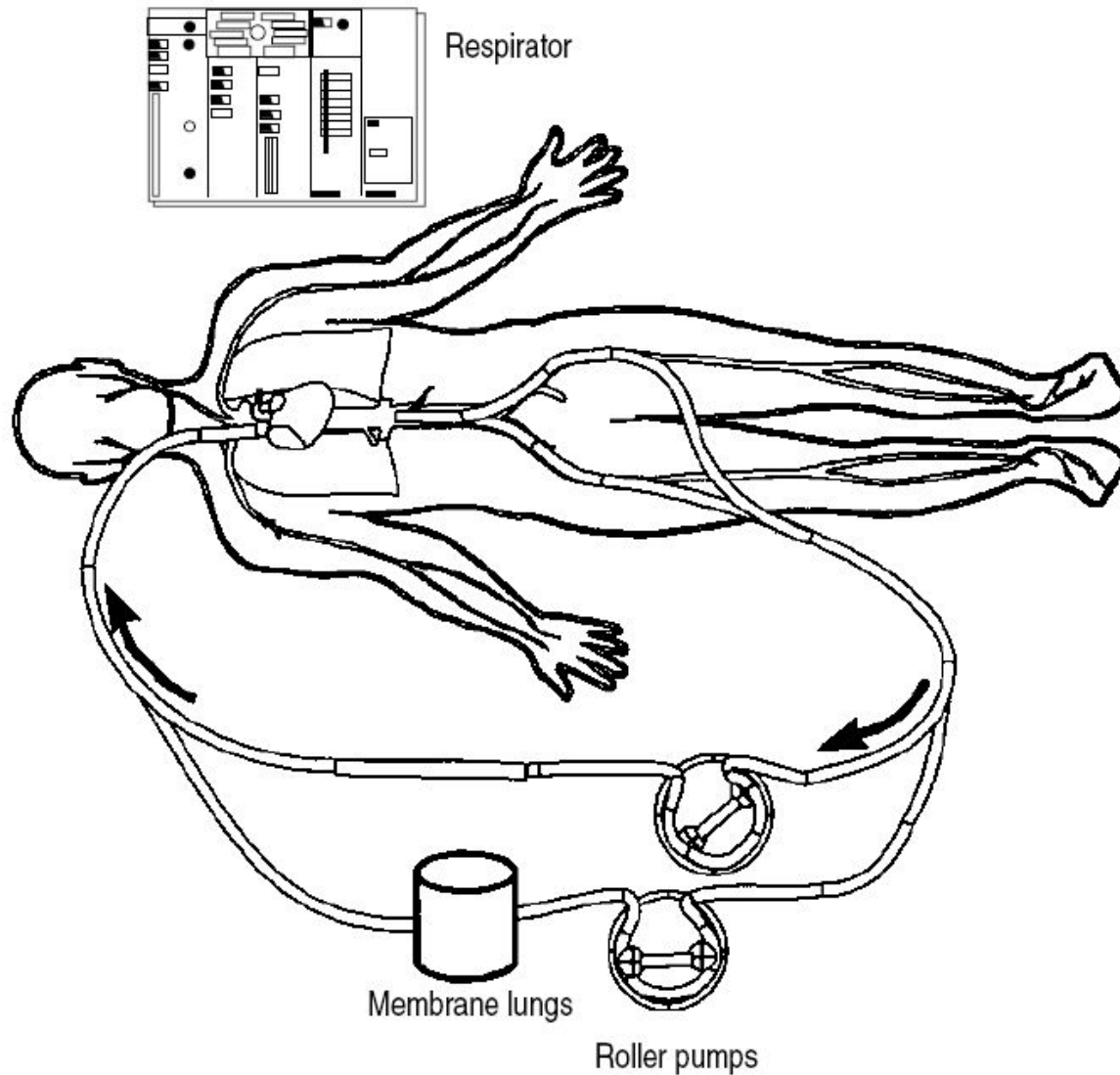


Схема проведения вено-венозной экстракорпоральной детоксикации



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!