

Протективная ИВЛ во время вмешательства:

что может анестезиолог?

НИИ нейрохирургии
им. Н. Н. Бурденко

Москва, 27 мая 2017 г.



Кузьков В. В., д. м. н.
Кафедра анестезиологии и
реаниматологии СГМУ.
Архангельск, 2017 г.



Превентивная ИВЛ в операционной

Послеоперационные дыхательные осложнения (ПДО)

- При экстренных и плановых обширных хирургических вмешательствах существует **риск послеоперационных легочных осложнений.**
- **Наиболее тяжелая форма ПДО — острый респираторный дистресс-синдром.**

Задачи анестезиолога:

1. Уметь оценить риск развития послеоперационных дыхательных осложнений и их триггеры.
2. Знать основные мероприятия и подходы «превентивной протективной ИВЛ».
3. Осознать свою важную роль в профилактике этих осложнений.

Превентивная ИВЛ в операционной

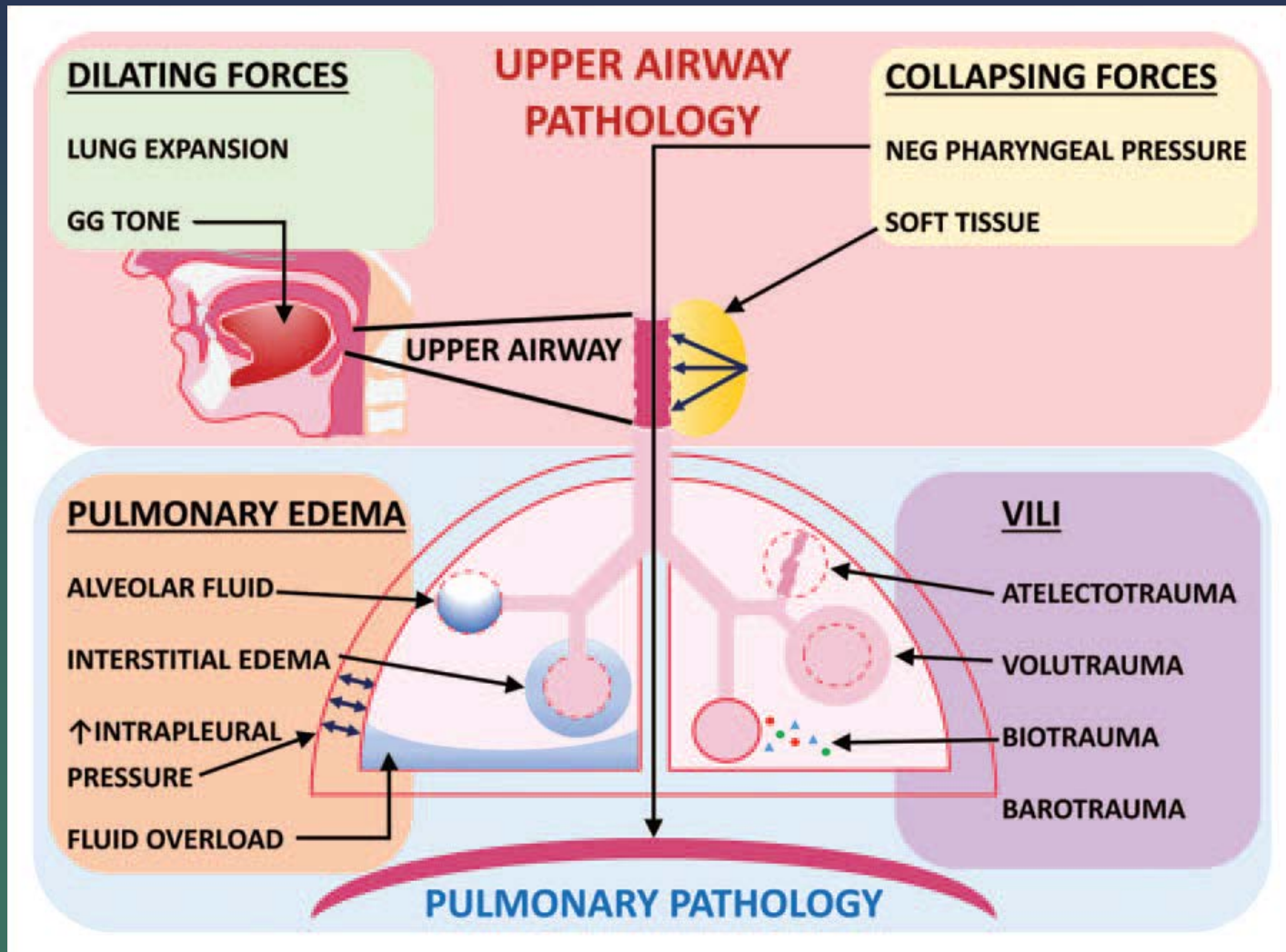
Послеоперационные дыхательные осложнения (ПДО)



Превентивная ИВЛ в операционной

Не только легкие, но и верхние дыхательные пути!

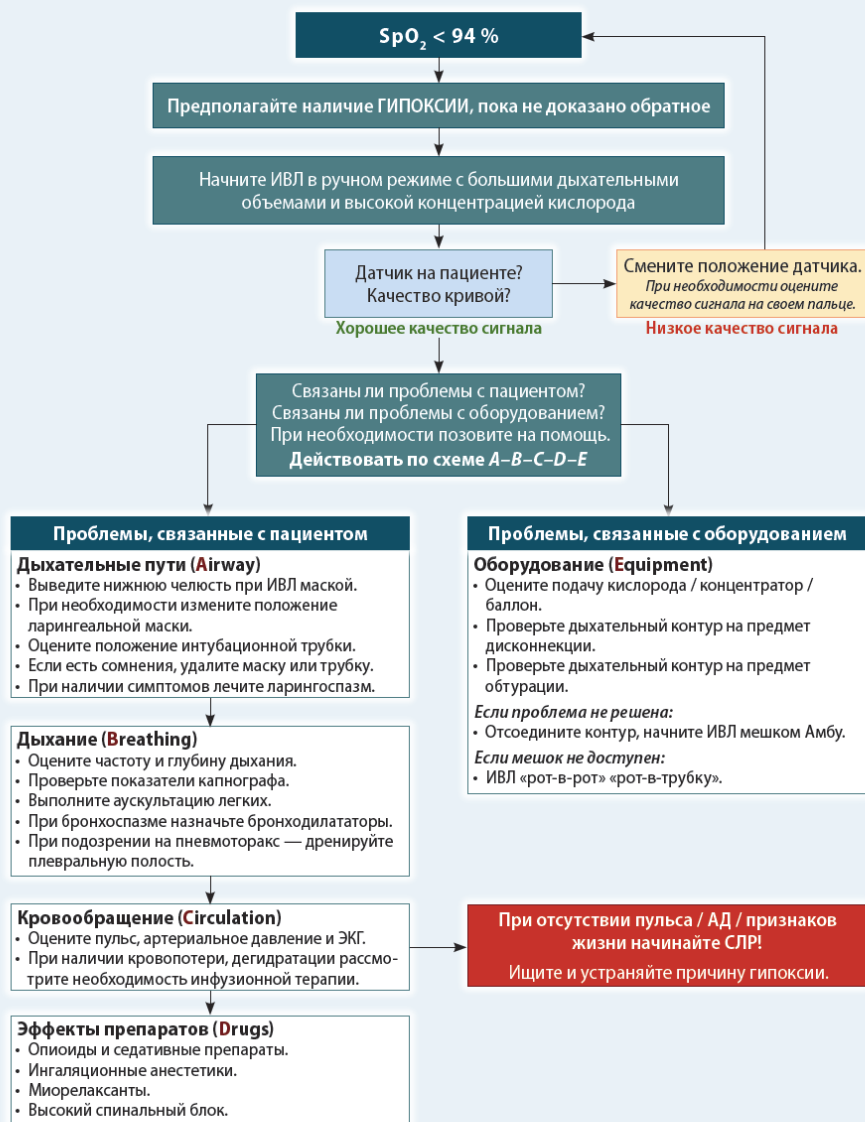
Ruscic KJ. Prevention of respiratory complications of the surgical patient... *Curr Opin Anesthesiol* 2017, 30:399–408



Алгоритм 4

Ведение пациента с гипоксией во время анестезии

Было опубликовано ранее в *Anaesthesia Tutorial of the Week*, 2009; www.update.anaesthesiologists.org



Гипоксия во время анестезии и частные осложнения:

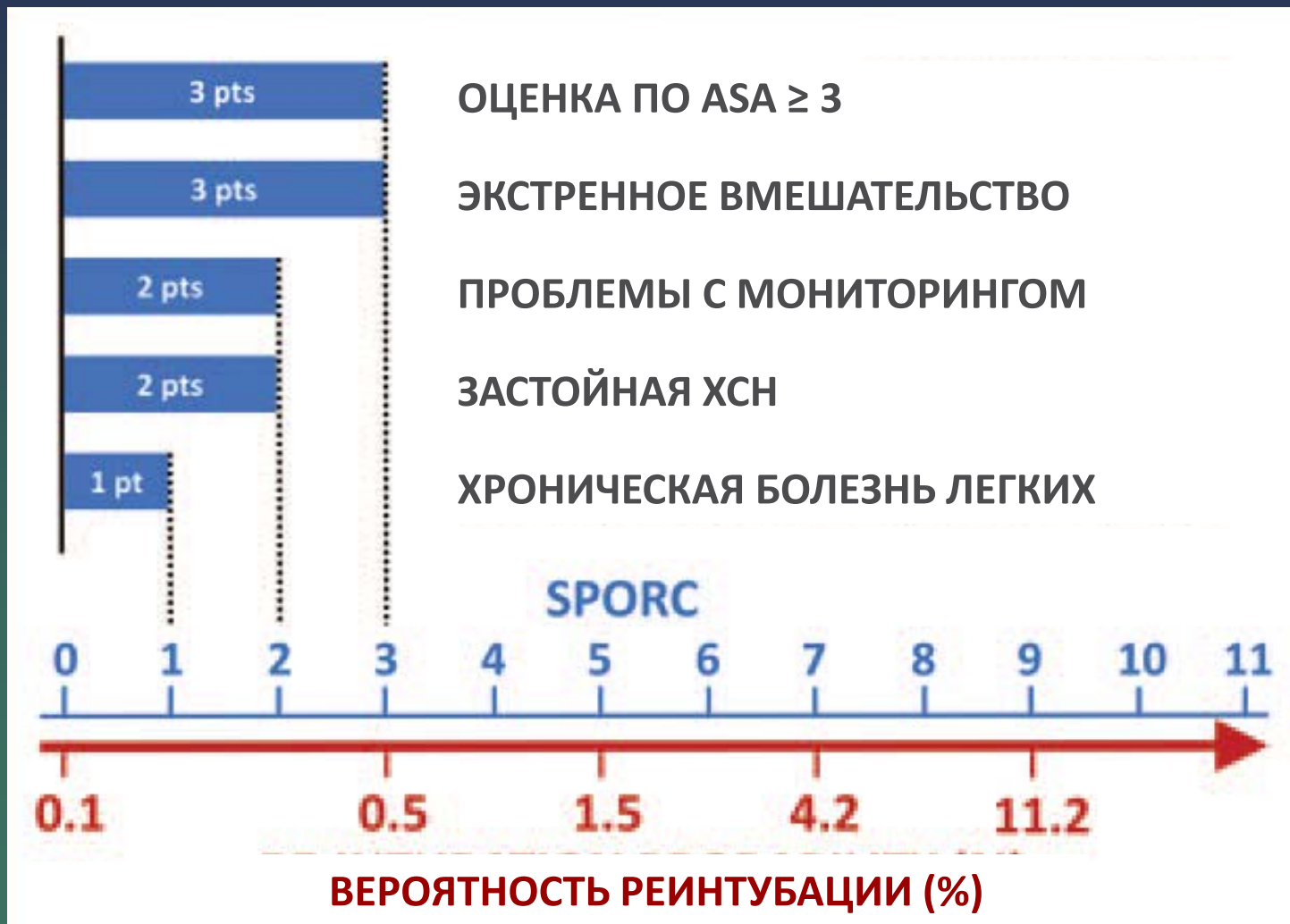
не относятся к ПДО!

- Интубация правого бронха, неправильное положение трубки, перегиб и окклюзия, грыжа или разрыв манжеты.
- Гиповентиляция.
- Снижение ФОЕ и образование ателектазов.
- Операционное положение на спине и на боку.
- Шунтирование и вентиляционно-перфузионные нарушения.

Превентивная ИВЛ в операционной

Реинтубация и система SPORC?

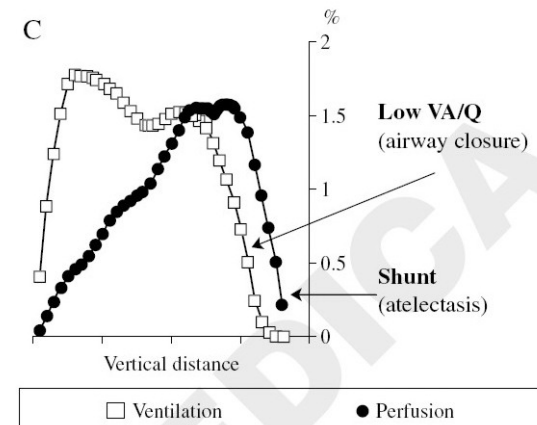
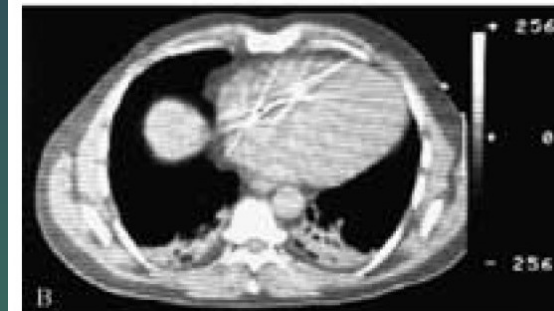
Ruscic KJ. Prevention of respiratory complications of the surgical patient... *Curr Opin Anesthesiol* 2017, 30:399–408



Превентивная ИВЛ в операционной

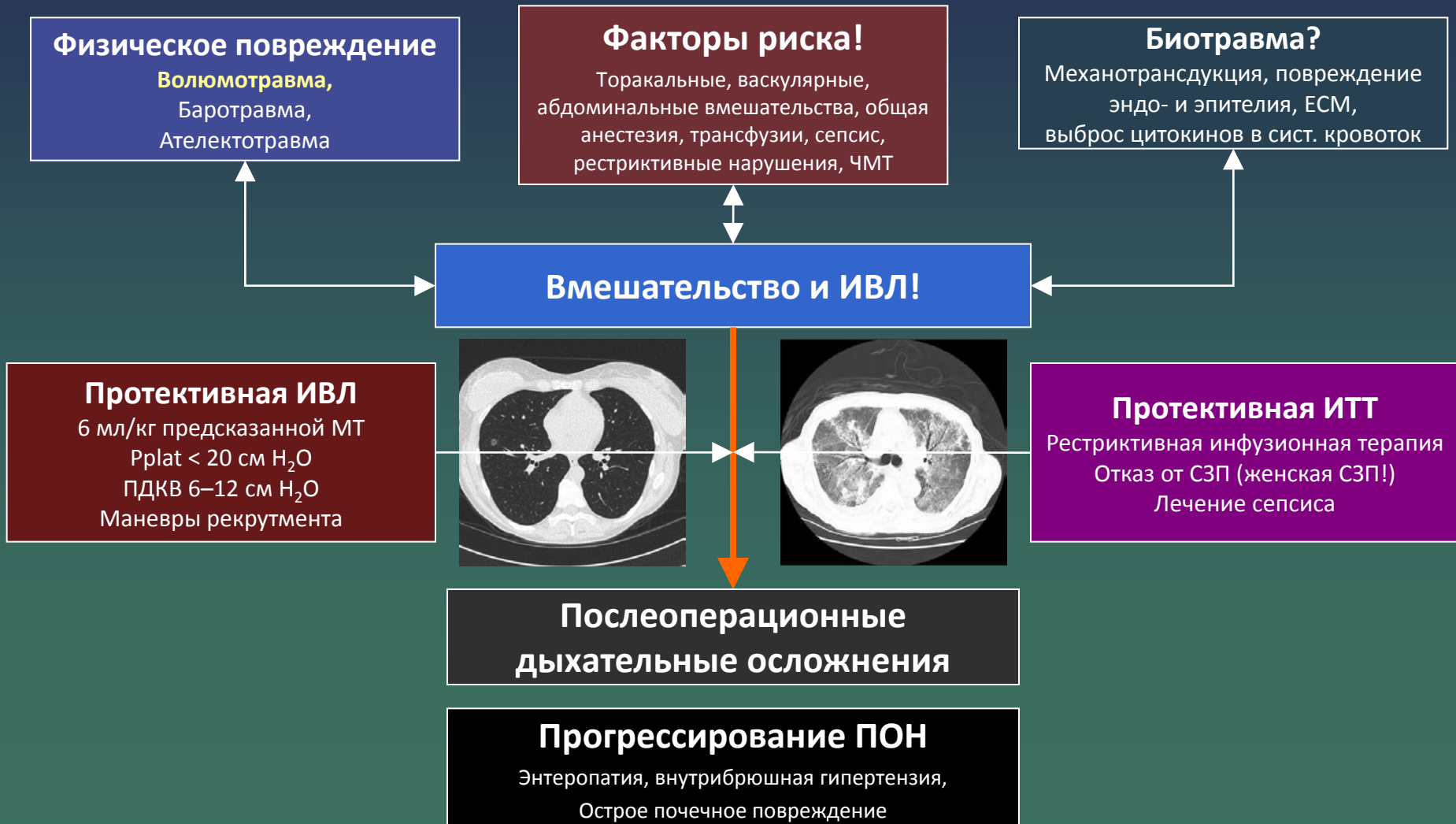
Любая анестезия и ИВЛ нарушает газообмен...

- Чем дольше анестезия, тем более выражено снижение **эффективного альвеолярного объема**.
- **Абсорбционное ателектазирование** в зонах с низким вентиляционно-перфузионным отношением!
- **Снижение концентрации кислорода** — предупреждение ателектазирования зон с выраженным преобладанием кровотока над вентиляцией. Даже во время преоксигенации — **FiO₂ 80%!**
- Летучие анестетики?



Превентивная ИВЛ в операционной

Механизмы послеоперационных дыхательных осложнений



Превентивная ИВЛ в операционной

Варианты послеоперационных дыхательных осложнений

- Дыхательные нарушения могут быть связаны с воздействием как операции, так и анестезии /ИВЛ.
- **Гетерогенная группа состояний:**
 - Транзиторная гипоксемия.
 - Отек легких (помните об обструктивных нарушениях ВДП!).
 - Ателектазирование.
 - Обратимая бронхообструкция.
 - Плеврит.
 - Нозокомиальная / вентилятор-ассоциированная пневмония.
 - **Наиболее грозный вариант — ОРДС!**

Recent advances in mechanical ventilation in patients without acute respiratory distress syndrome

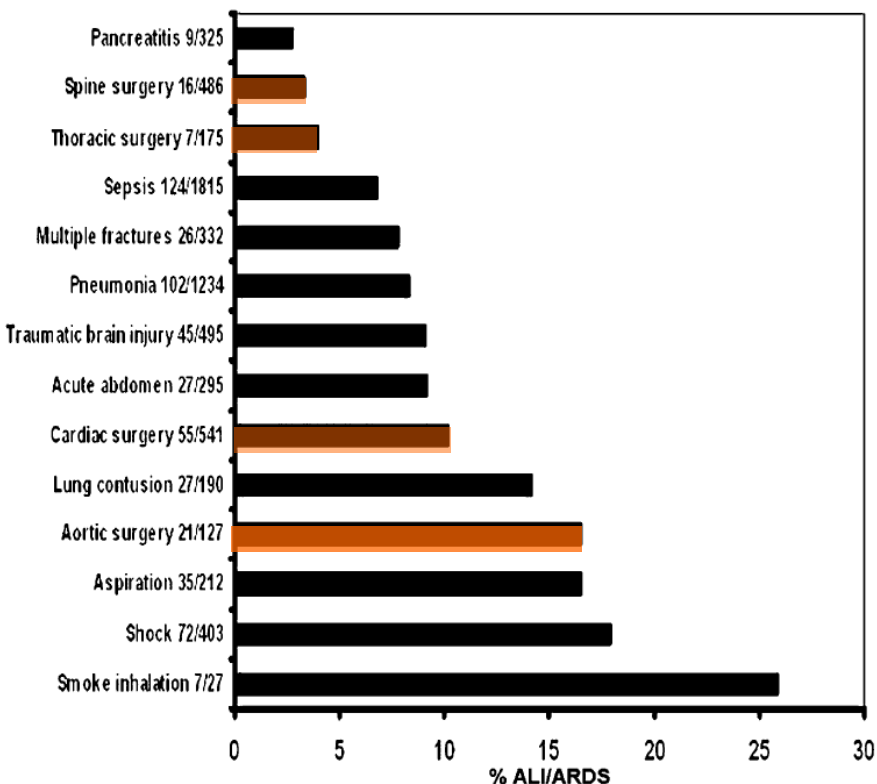
Ary Serpa Neto^{*1,2}, Roberto R. Filho¹, Leonardo L. Rocha¹ and Marcus J. Schultz^{2,3}

F1000Prime Reports 2014, **6**:115

Early Identification of Patients at Risk of Acute Lung Injury

AMERICAN JOURNAL OF RESPIRATORY AND CRITICAL CARE MEDICINE VOL 183 2011

Evaluation of Lung Injury Prediction Score in a Multicenter Cohort Study



Послеоперационные легочные осложнения значительно влияют на послеоперационную летальность!

Частота ПДО и послеоперационного ОРДС может быть выше, чем ОРДС, обусловленного сепсисом!

Этот факт нельзя игнорировать!

Превентивная ИВЛ в операционной

Факторы риска ОРДС после вмешательства

Gajic O *et al.* Am J Respir Crit Care Med 2011; 183: 462-70.



Превентивная ИВЛ в операционной

Прогнозирование ПОД/ОРДС: шкала L.I.P.S.

Gajic O *et al.* Am J Respir Crit Care Med 2011; 183: 462-470.

Критерии	Баллов LIPS
Предрасполагающие состояния	
Шок	2
Аспирация	2
Сепсис	1
Пневмония	1,5
Вмешательства высокого риска*	
Ортопедические (позвоночник)	1
Острый живот	2
Кардиохирургические	2,5
На аорте (сосудистые)	3,5
Травма высокого риска	
ЧМТ	2
Ингаляция дыма	2
Утопление	2
Ушиб легкого	1,5
Множественные переломы ребер	1,5

* При экстренном вмеш-ве добавить 1,5 балла!

** Только в случае сепсиса!

Критерии	Баллов LIPS
Модификаторы риска	
Алкоголизм	1
Ожирение (ИМТ > 30)	1
Гипоальбуминемия	1
Химиотерапия	1
FiO ₂ > 35% (> 4 л/мин)	2
Тахипноэ (> 30/мин)	1,5
SpO ₂ < 95%	1
Ацидоз (pH < 7,35)	1,5
Сахарный диабет**	-1

Пример:

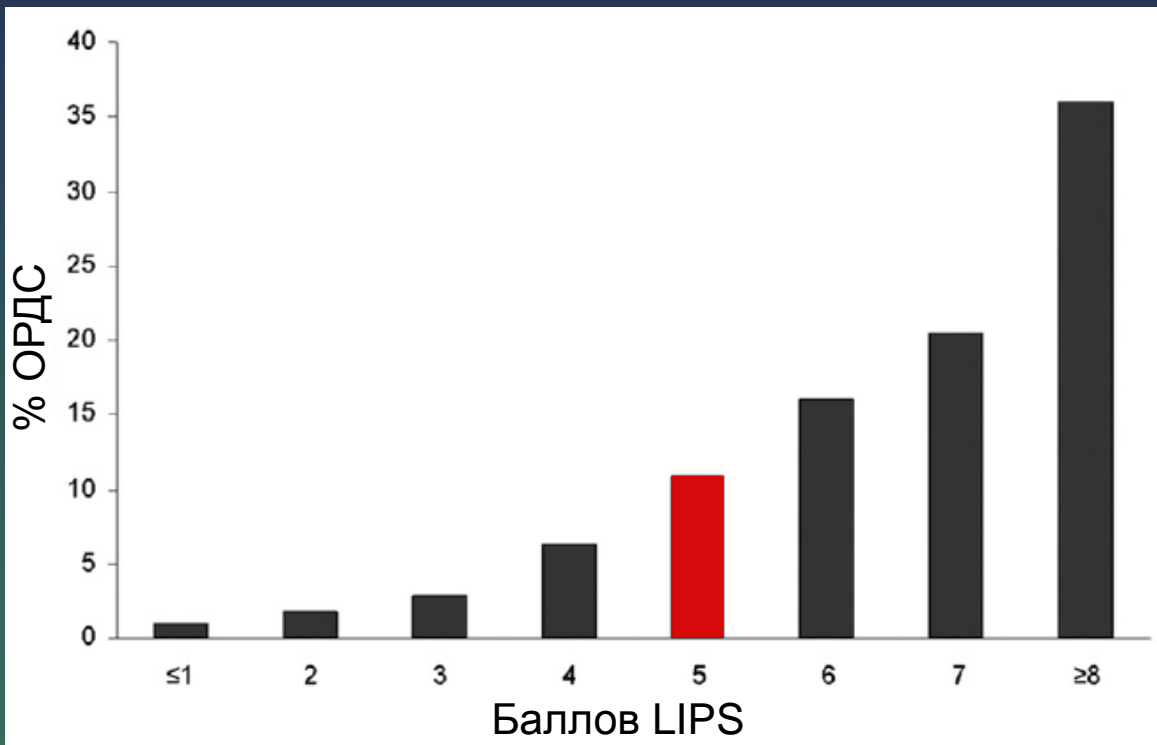
Пациент с диабетом в анамнезе, сепсисом и шоком, которому выполняется экстренное абдоминальное вмешательство:

$$2 + 2 + 1,5 - 1 = 4,5 \text{ балла LIPS}$$

Превентивная ИВЛ в операционной

Частота ОРДС после вмешательства: шкала L.I.P.S.

Gajic O *et al.* Am J Respir Crit Care Med 2011; 183: 462-470.

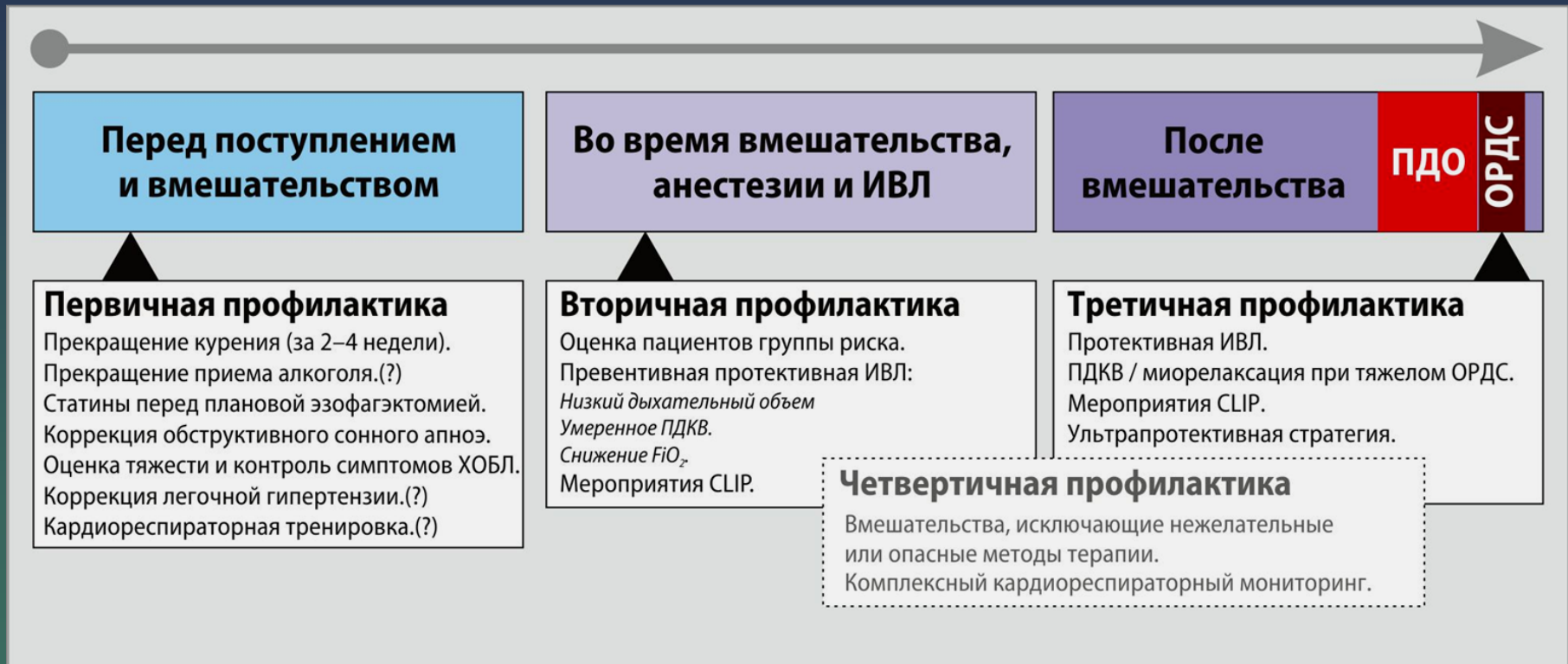


При оценке по LIPS > 8 баллов, частота ОРДС повышается до 30 % и более!

Такой прогноз требует решительной профилактики ОРДС!

Превентивная ИВЛ в операционной

Лестница профилактики ПДО / ОРДС



- Первичная и вторичная профилактика — ПДО и ОРДС.
- Третичная и четвертичная профилактика — только ОРДС

ORIGINAL ARTICLE

N ENGL J MED 369;5 NEJM.ORG AUGUST 1, 2013

A Trial of Intraoperative Low-Tidal-Volume Ventilation in Abdominal Surgery

Emmanuel Futier, M.D., Jean-Michel Constantin, M.D., Ph.D.,

Catherine Paugam-Burtz, M.D., Ph.D., Julien Pascal, M.D.,

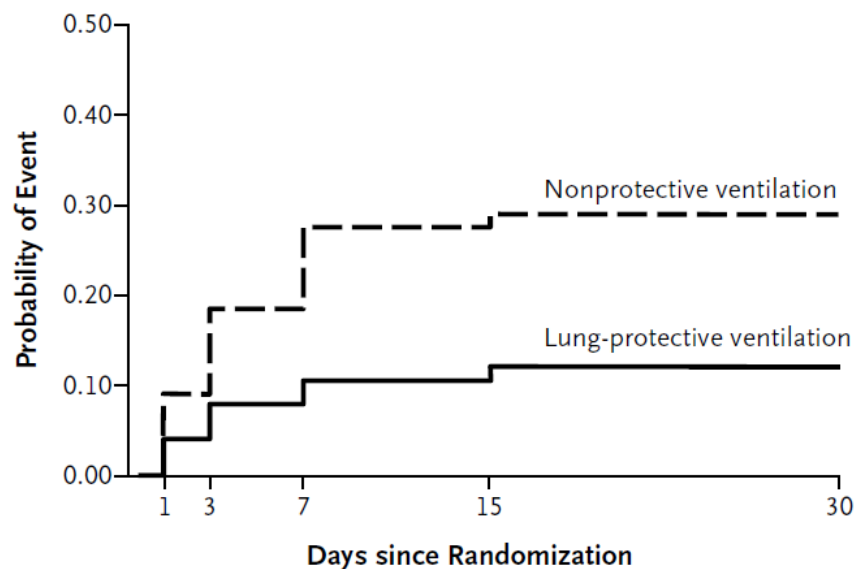
Mathilde Eurin, M.D., Arthur Neuschwander, M.D., Emmanuel Marret, M.D.,

Marc Beaussier, M.D., Ph.D., Christophe Gutton, M.D., Jean-Yves Lefrant, M.D., Ph.D.,

Bernard Allaouchiche, M.D., Ph.D., Daniel Verzilli, M.D., Marc Leone, M.D., Ph.D.,

Audrey De Jong, M.D., Jean-Etienne Bazin, M.D., Ph.D., Bruno Pereira, Ph.D.,

and Samir Jaber, M.D., Ph.D., for the IMPROVE Study Group*

**No. at Risk**

Nonprotective ventilation	200	182	163	145	142	142
Lung-protective ventilation	200	192	184	179	176	175

Низкий дыхательный объем во время вмешательства?

- Многоцентровое РКИ:
- Абдоминальные вмешательства.
- Более 400 взрослых пациентов.
- Пульмональные и экстрапульмональные осложнения (пневмония, потребность в ИВЛ, нИВЛ, сепсис).

Превентивная ИВЛ в операционной

Протективный дыхательный объем

Table 1. Characteristics of some randomized controlled trials on protective ventilation in surgical patients

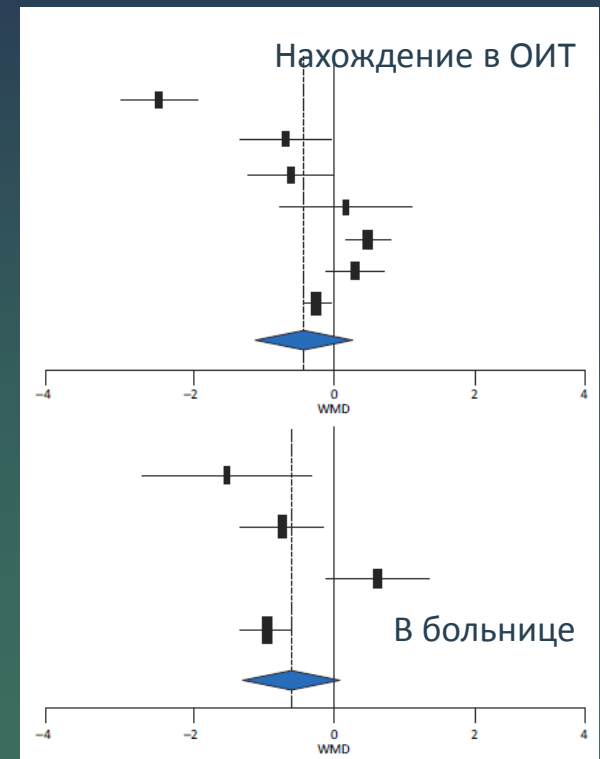
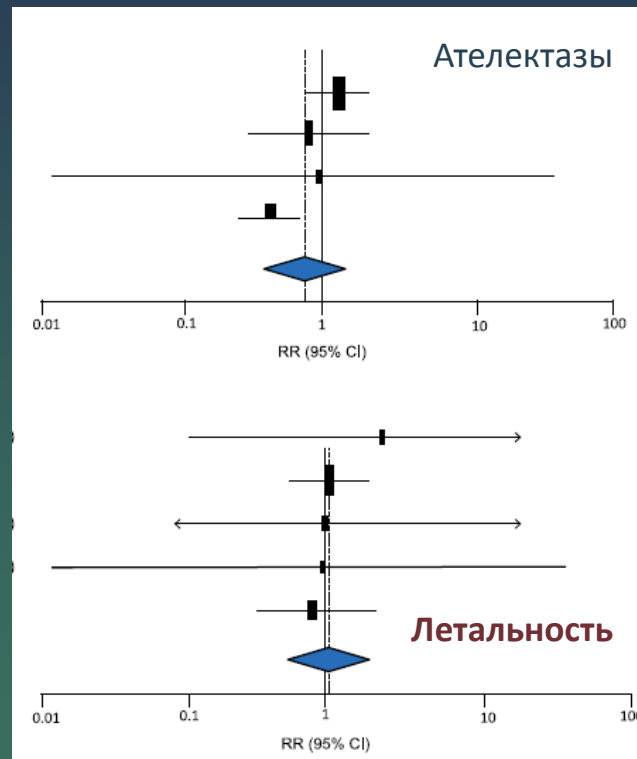
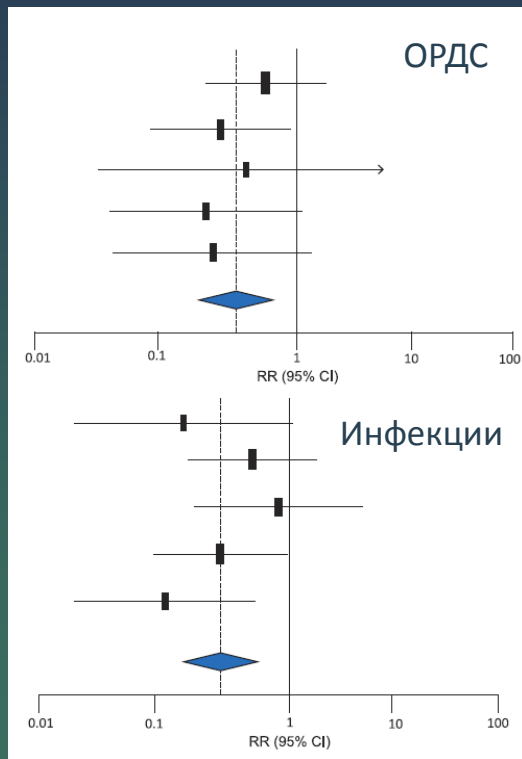
Study	Tidal volume, mL/kg predicted body weight		Positive end-expiratory pressure, cm H ₂ O		Outcome
	Protective	Conventional	Protective	Conventional	
Chaney <i>et al.</i> [16] (2000)	6	12	5	5	Decrease in pulmonary damage (evaluated by pressures)
Zupancich <i>et al.</i> [17] (2005)	8	10–12	10	2–3	Decrease in inflammatory markers in bronchoalveolar lavage and plasma
Michelet <i>et al.</i> [18] (2006)	5	9	5	0	Decrease in inflammatory markers in plasma and earlier extubation
Severgnini <i>et al.</i> [20] (2013)	7	9	10	0	Improved respiratory function and reduced modified Clinical Pulmonary Infection Score
Futier <i>et al.</i> [21] (2013)	6–8	10–12	6–8	0	Decrease in pulmonary and extrapulmonary complications
Ge <i>et al.</i> [22] (2013)	6	10–12	10	0	Decrease in pulmonary complications and improvement in arterial oxygenation
Hemmes <i>et al.</i> [42] (2014)	8	8	10–12	0–3	Similar pulmonary complications and more hypotension with higher positive end-expiratory pressure

Большим количеством исследований показано, что **протективный дыхательный объем** снижает частоту легочных осложнений, улучшает оксигенацию и легочную функцию...

Protective mechanical ventilation in the non-injured lung: review and meta-analysis

Yuda Sutherasan¹, Maria Vargas², Paolo Pelosi^{3*}

Sutherasan *et al. Critical Care* 2014, 18:211
<http://ccforum.com/content/18/2/211>



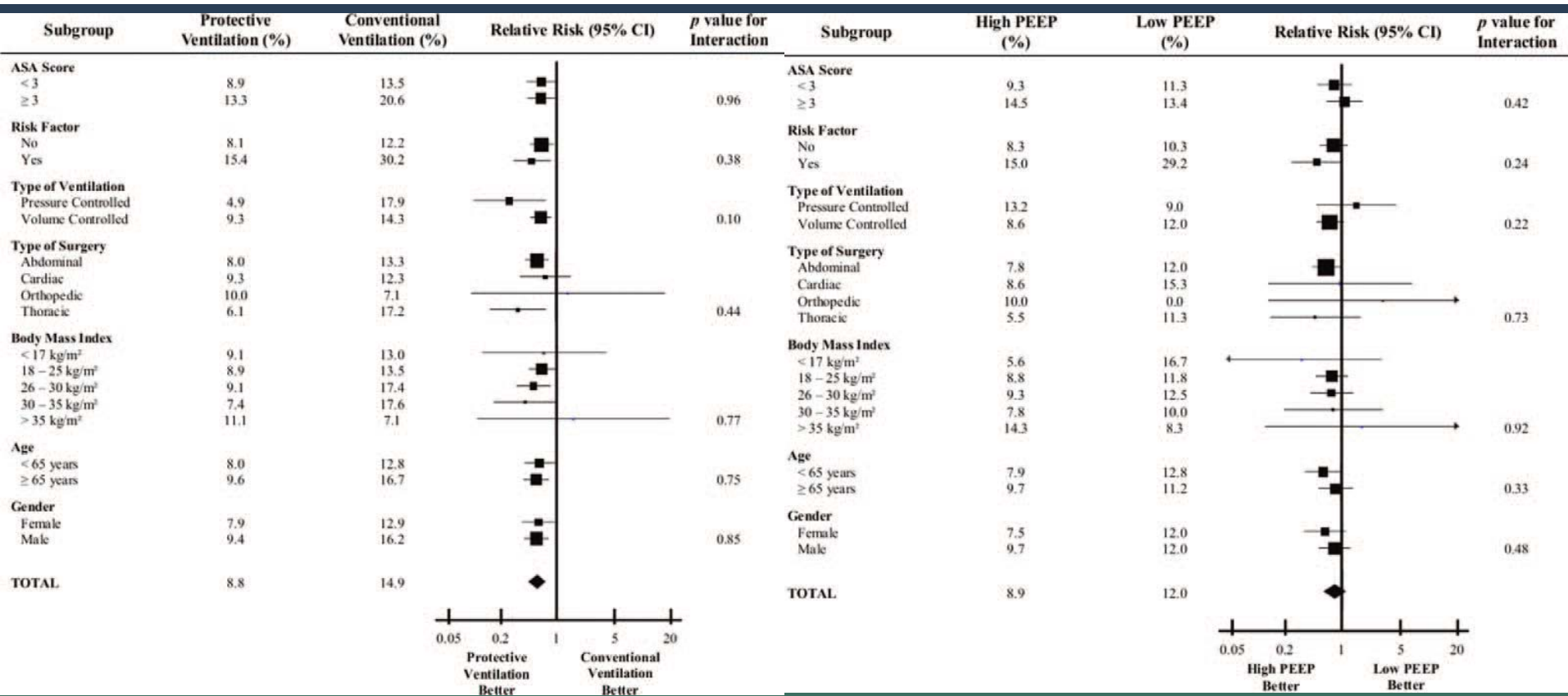
Смешанная группа хирургических и реанимационных пациентов без ОРДС...

Protective versus Conventional Ventilation for Surgery

A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis

Ary Serpa Neto, M.D., M.Sc., Ph.D., Sabine N. T. Hemmes, M.D., Carmen S. V. Barbas, M.D., Ph.D.,

Conclusions: These data support the beneficial effects of ventilation with use of low V_T in patients undergoing surgery. Further trials are necessary to define the role of intraoperative higher PEEP to prevent PPC during nonopen abdominal surgery.



Protective versus Conventional Ventilation for Surgery

A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis

Ary Serpa Neto, M.D., M.Sc., Ph.D., Sabine N. T. Hemmes, M.D., Carmen S. V. Barbas, M.D., Ph.D.,

Conclusions: These data support the beneficial effects of ventilation with use of low V_T in patients undergoing surgery. Further trials are necessary to define the role of intraoperative higher PEEP to prevent PPC during nonopen abdominal surgery.

Table 4. Clinical Outcomes in Patients Undergoing General Anesthesia for Surgery

Outcomes	Протективный ДО?		Adjusted RR (95% CI)*	P Value
Postoperative pulmonary complications	97 (8.7)	148 (14.7)	0.64 (0.46–0.88)	< 0.01
Acute respiratory distress syndrome	20 (1.8)	51 (5.1)	0.45 (0.24–0.83)	0.01
Barotrauma	12 (1.1)	29 (2.9)	0.39 (0.17–0.92)	0.03
Suspected pulmonary infection	79 (7.1)	101 (10.0)	0.83 (0.58–1.20)	0.33
In-hospital mortality	22 (2.0)	20 (2.1)	1.17 (0.52–2.62)	0.70
Length of ICU stay, days	1 (0–2)	1 (0–2)	–0.20 (–1.41 to 1.00)†	0.73
Length of hospital stay, days	10 (7–18)	11 (7–18)	–0.61 (–2.80 to 1.57)†	0.58

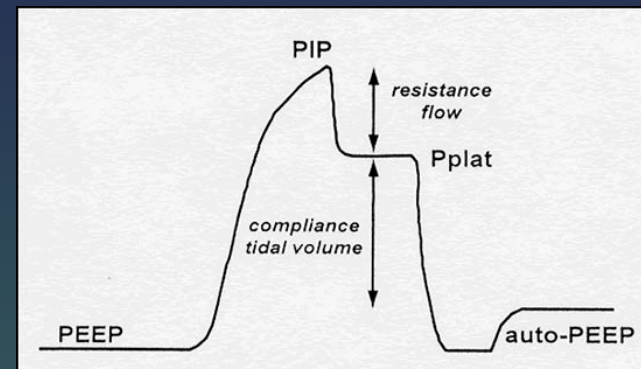
Table 7. Clinical Outcomes in Patients Undergoing General Anesthesia for Surgery Ventilated with Lower Tidal Volumes

Outcomes	Высокое ПДКВ?		Adjusted RR (95% CI)*	P Value
Postoperative pulmonary complications	85 (8.9)	63 (12)	0.93 (0.64–1.37)	0.72
Acute respiratory distress syndrome	20 (2.1)	15 (2.8)	0.82 (0.38–1.74)	0.60
Barotrauma	12 (1.3)	9 (1.8)	0.66 (0.25–1.77)	0.41
Suspected pulmonary infection	66 (6.9)	55 (10.4)	0.81 (0.54–1.23)	0.33
In-hospital mortality	18 (1.9)	7 (1.3)	1.34 (0.47–3.78)	0.57
Length of ICU stay, days	0 (0–1)	1 (1–2)	–0.31 (–1.91 to 1.27)†	0.69
Length of hospital stay, days	10 (7–18)	11 (8–18)	–0.48 (–3.04 to 2.07)†	0.71

Превентивная ИВЛ в операционной

Давление: пиковое или плато?

- Одинаковый ДО может повреждать легкие сильнее при низком complaysе (паренхима и грудная клетка? – транспульмональное давление!)
- Давление плато отражает статический complays — важный параметр для внимательного анестезиолога.
- Установка плато, снижение скорости потока, частоты дыхания — протективный эффект!
- $P_{drive} = P_{plateau} - P_{DKB}$ — движущее «эффективное» давление в легких...
- $P_{plateau} < 16 \text{ см H}_2\text{O}$ и $P_{drive} < 13 \text{ см H}_2\text{O}$.



Происходит выравнивание давления (но не объемов!) между различными участками с различной постоянной времени — время тау, $\tau = C \times R = V_T / F_{EXP}(PEAK)$.

Расчет по временной константе (в норме около 0,5 сек, полное опорожнение занимает около 5τ , в норме на выдох достаточно 3–4 τ).

Оптимально устанавливать время плато 0,3–0,4 сек. или 10–20% от дыхательного цикла.

Превентивная ИВЛ в операционной

Проблема гипероксии в операционной...

Гипероксия и кислородотерапия:

- Уменьшает частоту п/о тошноты и рвоты.
- Снижает риск интестинальной ишемии. (?)
- Снижает частоту раневой инфекции. (?)

Akça O, Sessler DI: Minerva Anesthesiol 2002, 68:166-70.

Greif R et al. Anesthesiology 1999, 91:1246-52.

Goll V et al. Anesth Analg 2001, 92:112-7.

Hovaguimian F et al. Anesthesiology 2013, 119:303-16.

Гипероксия в периоперационном периоде:

- Увеличивает риск **резорбционных ателектазов!**
- Вызывает **оксидативный стресс**, повреждение эндотелия и эпителия, приток воспалительных клеток в легкие.
- При осложнениях (СЛР, ОИМ, ОНМК) **влияет на исходы!**

Bhandari V, Elias JA: Free Radic Biol Med 2006, 41:4-18.de

Graaff, et al. Intensive Care Med 2011, 37:46-51.

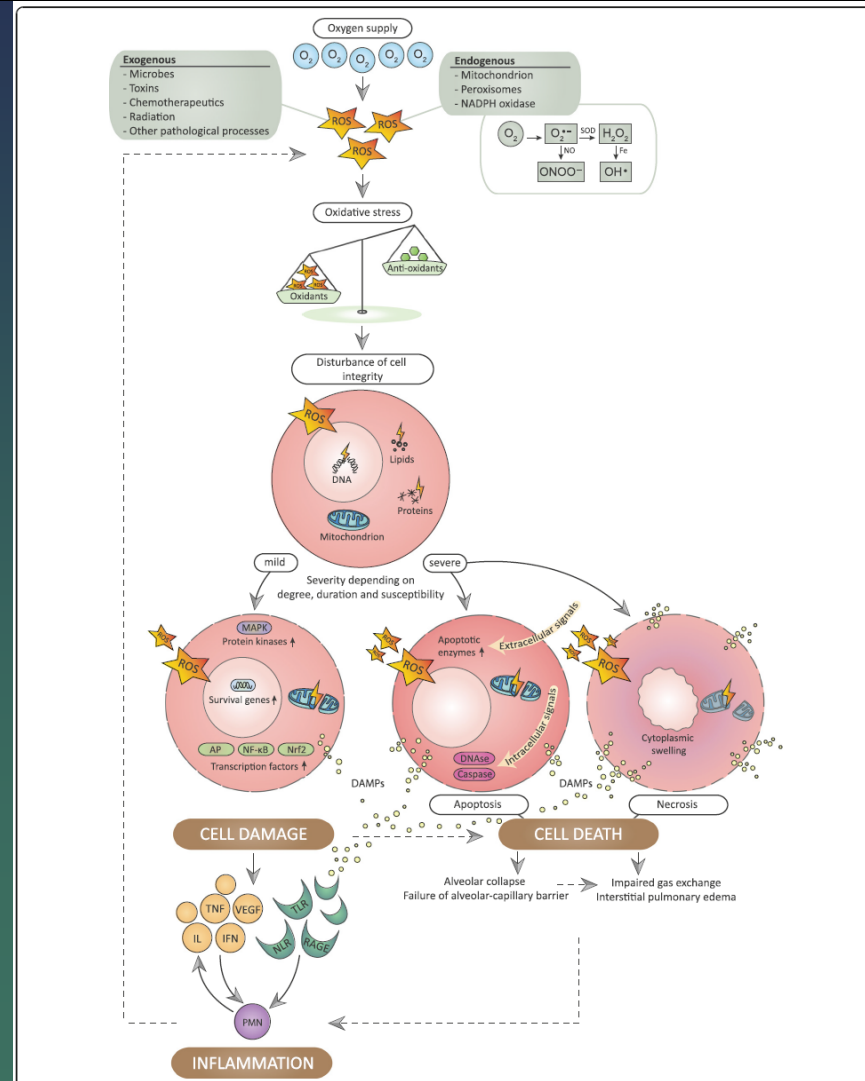


Fig. 1 (See legend on next page.)

Превентивная ИВЛ в операционной

Гипероксия при критических состояниях убивает!

Association Between Arterial Hyperoxia and Outcome in Subsets of Critical Illness: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Meta-Regression of Cohort Studies*

Hendrik J. F. Helmerhorst, MD^{1,2}; Marie-José Roos-Blom, MSc³; David J. van Westerloo, MD, PhD¹; Evert de Jonge, MD, PhD¹

Crit Care Med 2015; 43:

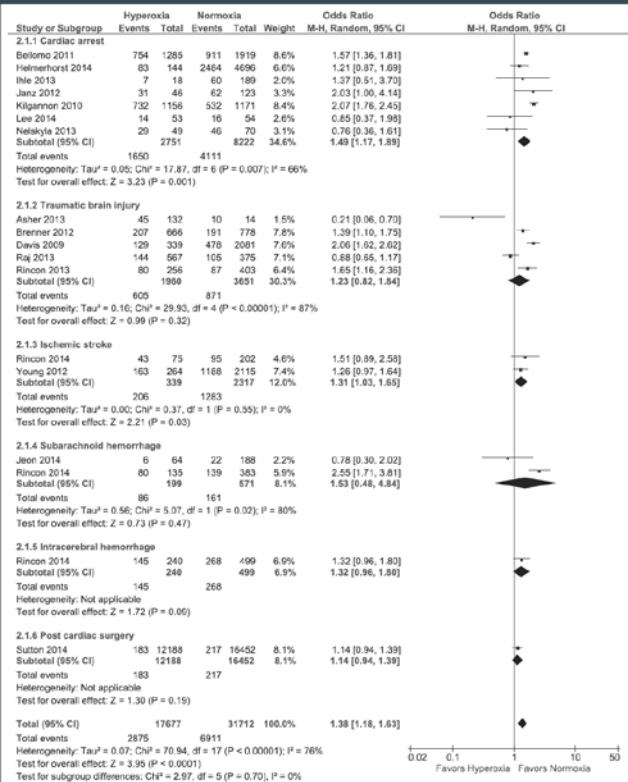
Research

Open Access

Association between administered oxygen, arterial partial oxygen pressure and mortality in mechanically ventilated intensive care unit patients

Critical Care 2008, 12:R156

Evert de Jonge¹, Linda Peelen^{2,3}, Peter J Keijzers⁴, Hans Joore⁴, Dylan de Lange⁴, Peter HJ van der Voort⁵, Robert J Bosman⁵, Ruud AL de Waal⁶, Ronald Wesselink⁷ and Nicolette F de Keizer²



Reference

JAMA. 1950;144:373-375
Lancet. 1964;2(7364):825-832
Br Heart J. 1965;27:401-407
Br Med J. 1968;4(5627):360-364

J Appl Physiol. 2007;102(5):2040-2045
Am J Physiol. 2005;288(3):H1057-H1062

J Am Coll Cardiol. 1996;27(2):353-357
Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2002;282(6):H2414-2421
Chest. 2001;120(2):467-473
Heart. 2010;96(7):533-538

Clin Med. 2002;2(5):449-451
BMJ. 2010;341:c5462
Stroke. 2003;34(2):571-574
Stroke. 1999;30(10):2033 - 2037
 NCT00414726^a

Resuscitation. 2006;69(2):199-206
JAMA. 2010;303(21):2165-2171
Circulation. 2011;123(23):2717-2722
Critical Care. 2011;15(2):R90

anterior descending coronary artery; LV, left ventricular.
 published. clinicaltrials.gov Identifier: NCT00414726).

Association Between Arterial Hyperoxia Following Resuscitation From Cardiac Arrest and In-Hospital Mortality

JAMA, June 2, 2010—Vol 303, No. 21

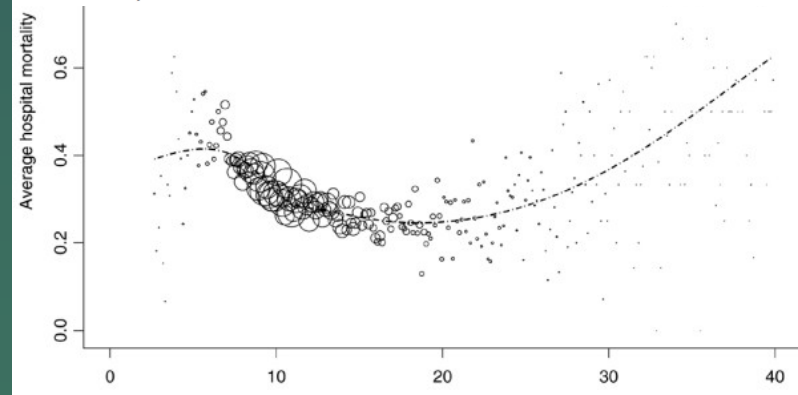
Controversies in cardiovascular medicine

European Heart Journal

accepted 26 February 2013

Oxygen therapy in acute coronary syndrome: are the benefits worth the risk?

Mony Shuvy^{1*}, Dan Atar^{2,3}, Philippe Gabriel Steg⁴, Sigrun Halvorsen², Sanjit Jolly⁵, Salim Yusuf⁵, and Chaim Lotan¹

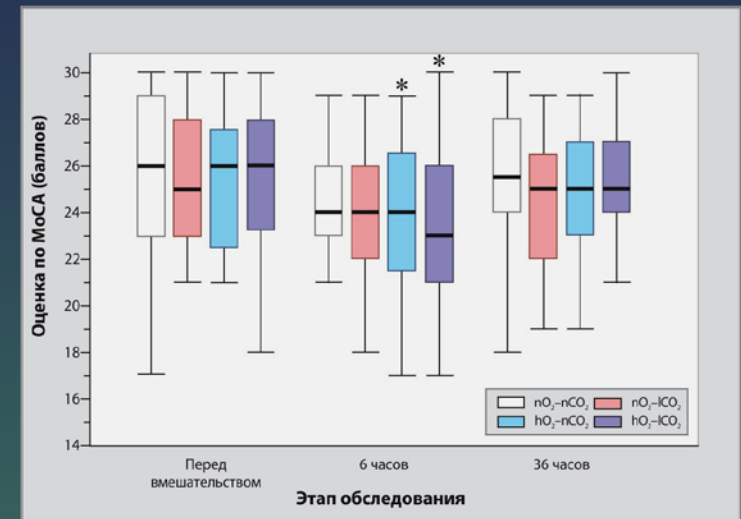
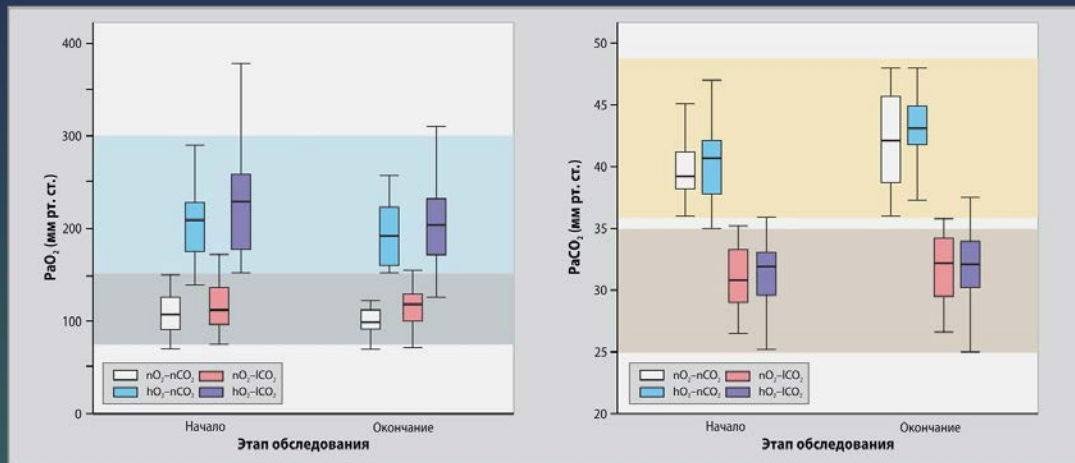


Pao2 value during first 24 hrs of admission (kPa)

Превентивная ИВЛ в операционной

Проблема гипероксии и гиперкапнии — даже недолго опасно!

Sokolova M., Rodionova L., Yurkova O., Zvereva A., Kuzkov V., Kirov M. *Eur J Anaesth* 2015; 32: 43–44.

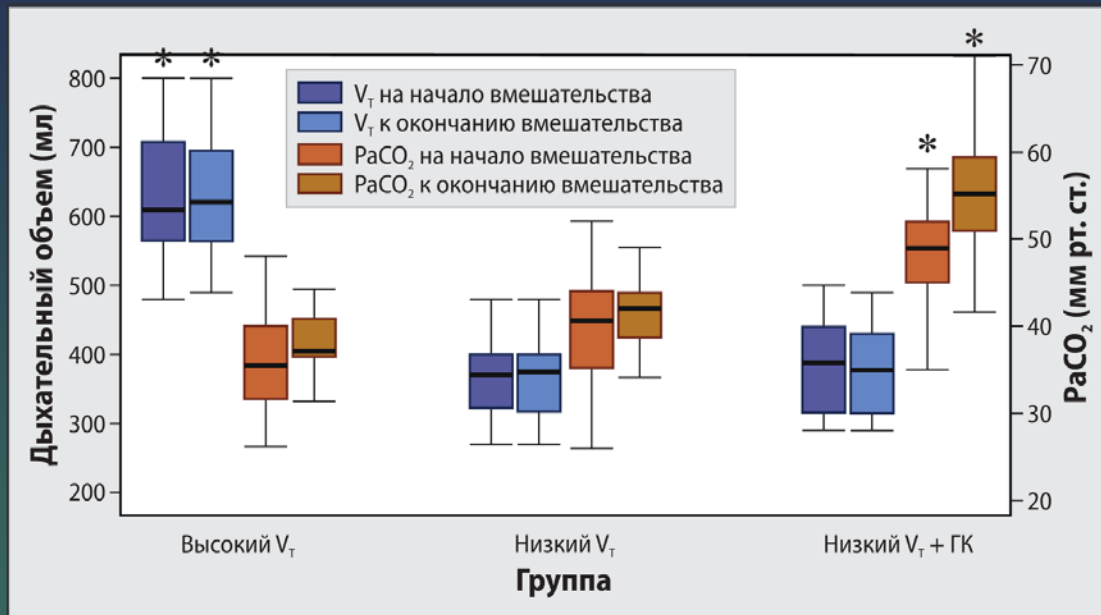


- Эндоскопическая холецистэктомия ($n = 109$).
- Четыре группы: сочетание нормо-/гипокапнии ($PaCO_2 < 35$ мм рт. ст.) и нормо-/гипероксии ($PaO_2 > 150$ мм рт. ст.).
- Сочетание умеренной гипероксии и гипокапнии ведет к снижению темпа восстановления когнитивных функций даже после кратковременных вмешательств в условиях анестезии...

Интраоперационная ИВЛ

Умеренная гиперкапния при обширных вмешательствах?

Родионова Л.Н. Кузьков В.В., Киров М.Ю.

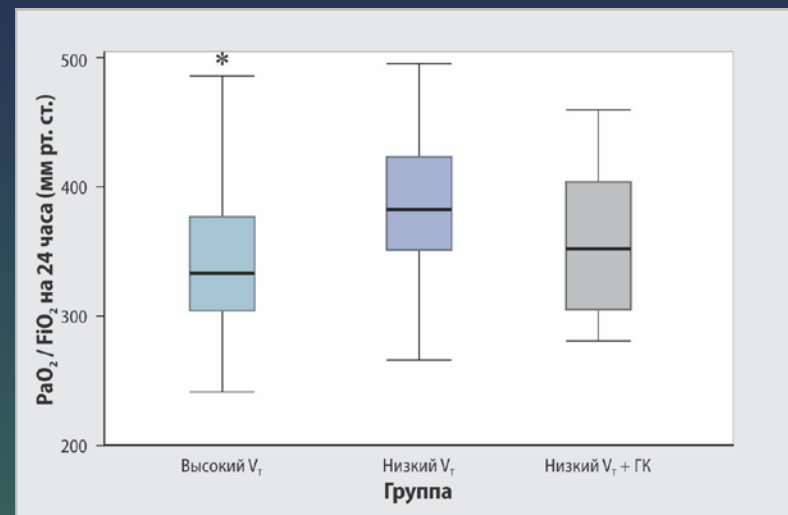
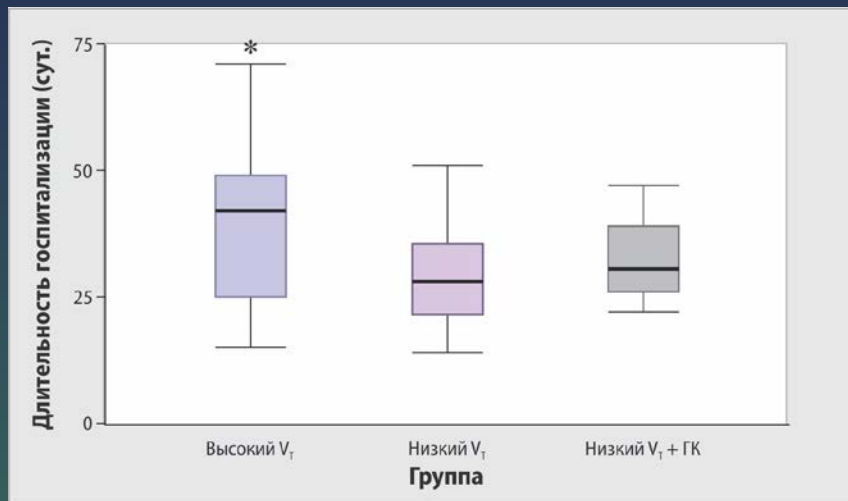


Группа	Параметры		
	V _T мл/кг PBW	ПДКВ см вод. ст.	PaCO ₂ , мм рт. ст.
1. Высокий ДО (n = 20)	10	4	35–45
2. Низкий ДО (n = 20)	6	4	35–45
3. Низкий ДО + гиперкапния (n = 20)	6	4	45–55

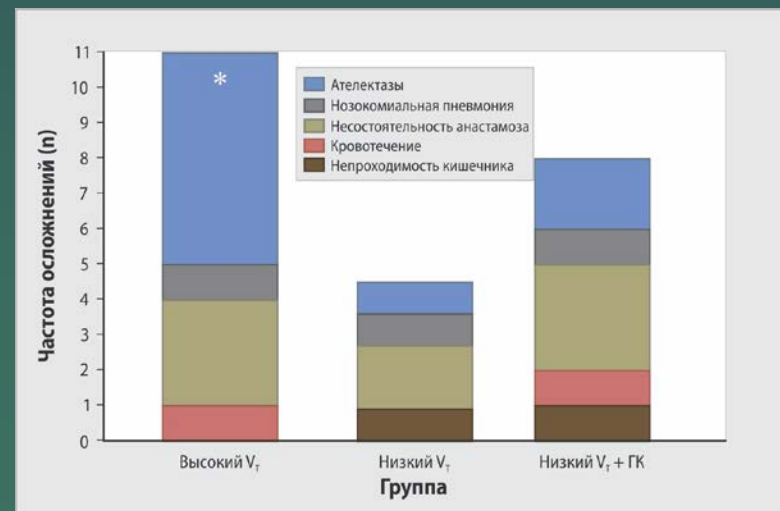
Превентивная ИВЛ в операционной

Умеренная гиперкапния при обширных вмешательствах?

Родионова Л.Н. Кузьков В.В., Киров М.Ю.



- Использование низкого DO сопровождается **улучшением оксигенации...**
- Применение протективного DO ведет к уменьшению времени пребывания в стационаре и снижению частоты осложнений, главным образом — ателектазирования.



Превентивная ИВЛ в операционной

Умеренная гиперкапния при обширных вмешательствах?

Beyond Low Tidal Volumes Ventilating the Patient with Acute Respiratory Distress Syndrome

Ray Guo, MD, Eddy Fan, MD, PhD*



Hypercapnia: clinical relevance and mechanisms of action

Curr Opin Crit Care 2015, 21:7–12

Claire Masterson^a, Gail Otulakowski^b, and Brian P. Kavanagh^{b,c}

- Сочетание низкого дыхательного объема и умеренной гиперкапнии при обширных панкреатодуоденальных вмешательствах может улучшать течение метаболических процессов, но не влияет на ПДО...

Превентивная ИВЛ в операционной

Типы профилактики ПДО / ОРДС

Во время вмешательства без ОРДС

- V_T 6–8 мл/кг ПМТ.
- ПДКВ 0–5 см вод. ст.¹
- $P_{plateau} < 16$ см вод. ст.;
- $P_{drive} < 13$ см вод. ст.
- Избегать высоких FiO_2 и ЧД.
- Нормокапния и нормоксия.

Пациенты ОИТ без ОРДС

- V_T 6–8 мл/кг ПМТ.(?)
- ПДКВ 5 см вод. ст.
- Нормокапния.
- Минимальная FiO_2 .²

ОРДС

- $V_T \leq 6$ мл/кг ПМТ (4–6 мл/кг).
- ПДКВ выше 5 см вод. ст.³
- $P_{plateau} < 30$ см вод. ст.⁴
- Перmissive гиперкапния.
- Подбор FiO_2 по таблице.

- Подбор ДО по предсказанной массе тела (PBW): обычно 7–8 мл/кг.
- При ОРДС, **риске ОРДС** (LIPS > 5!) ДО 6 мл/кг ПМТ!!!
- Нормокапния и нормоксия?
- $P_{plateau}$ менее 16 см H_2O ; P_{drive} менее 13 см H_2O .
- ПДКВ 4–6 см. вод. ст. Рекрутмент при риске ателектазирования.
- Фармакологические методы? Что дальше?

Превентивная ИВЛ в операционной

Выводы и новые горизонты

- **Послеоперационные дыхательные осложнения** оказывают сильное влияние на исход после обширных хирургических вмешательств.
- Существует необходимость **прогнозирования риска ПДО/ОРДС** и его ранней, вторичной профилактики.
- Не вызывает возражений концепция **превентивного снижения дыхательного объема**.
- **Важно поддерживать нормоксию и нормакапнию**.
- **Независимая роль ПДКВ, Pdrive, альвеолярного рекрутмента и гиперкапнии** в профилактике респираторных осложнений требует дальнейших исследований.

Спасибо за внимание!