



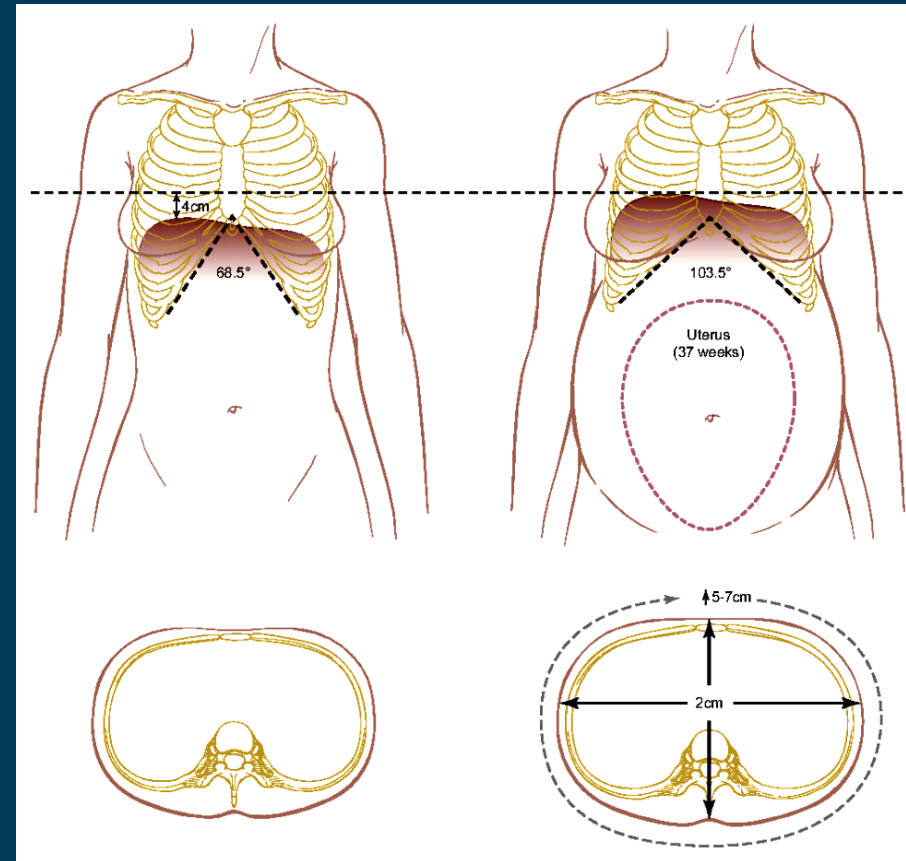
Особенности респираторной поддержки у беременных. Часть I.



д. м. н., профессор *Е. М. Шифман*

Изменения грудной стенки во время беременности

- Увеличивается подреберный (реберный?) угол
- Так же увеличиваются передне-задний и поперечный диаметры грудной стенки, что означает увеличение ее окружности
- Эти изменения компенсируют 4-6 см подъем диафрагмы
- Немного или вообще не изменяется общая емкость легких



Норма или нет?

↑ Увеличение прогестерона

↑ потребления O_2

↑ артериального PO_2

↓ артериального PO_2

↑ Минутная вентиляция

~ частота
дыхания

↑ дыхательный
объем

Увеличение матки

Положение покоя
диафрагмы
(смещение вверх на 5 см)

↓ уменьшение
зоны
приложения

↓ FRC
↓ ERV

↑ меньше участие грудной
клетки в дыхательном объеме

↑ размеров живота
↑ размеров грудной
клетки

~ общая емкость
легких

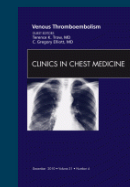
↑ инспираторная
емкость
в дыхательном
объеме

~ жизненная
емкость



LoMauro et al. Breathe 2015;

Hegewald et al. Clin Chest Med 2011





Динамика функции легких

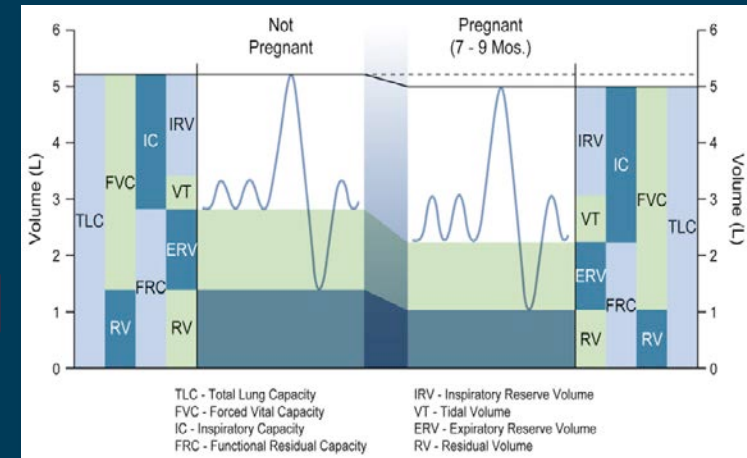
Параметр	Изменение
Рутинные спирометрические измерения	
Форсированный объем выдоха в 1 сек (FEV ₁)	не изменяется
Отношение FEV ₁ /FVC	не изменяется
Пиковый поток выдоха	не изменяется
Форсированный поток выдоха при 50 и 25% от жизненной емкости	не изменяется
Максимальная дыхательная емкость	не изменяется
Общее легочное сопротивление	↓ или не изменяется



Hegewald et al. Clin Chest Med 2011

Статическая функция легких во время беременности

Параметр	Изменения
<i>Легочные объемы</i>	
Резервный объем вдоха	+5%
Дыхательный объем	от +30% до +50%
Резервный объем выдоха	от -20% до -15%
Остаточный объем	от -20% до -15%
<i>Емкость легких</i>	
Емкость вдоха	от +5% до +15%
Функциональная остаточная емкость	от -20% до -30%
(Форсированная) жизненная емкость	не меняется
Общая емкость легких	от -5% до 0%



Функциональная остаточная емкость при апноэ работает как резервуар кислорода

Respiratory Physiology in Pregnancy. *Matthew J. Hegewald Md Robert O. Crapo MD*

A Randomized Crossover Study to Determine the Effect of a 30° Head-Up Versus a Supine Position on the Functional Residual Capacity of Term Parturients

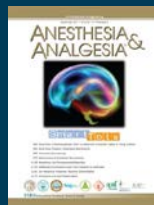
Rachel Hignett, FRCA,* Roshan Fernando, FRCA,† Alan McGlennan, FRCA,‡ Sarah McDonald, FRCA,§ Adrienne Stewart, FRCA,† Malachy Columb, FRCA,|| Tina Adamou, RCCP,¶ and Paul Dilworth, FRCP**

BACKGROUND: Airway management continues to pose challenges to the obstetric anesthesiologist. Functional residual capacity (FRC), which acts as an oxygen reservoir, is reduced from the second trimester onwards and is exacerbated in the supine position. Mechanisms to increase FRC may delay the onset of hypoxemia during periods of apnea. Values for changes in FRC in term parturients in semierect positions are unknown. We hypothesized that the FRC of healthy term parturients would increase significantly in the 30° head-up position in comparison with the supine position.

METHODS: Twenty-two healthy term parturients were recruited. Initial screening spirometry was performed to exclude undiagnosed respiratory disease. FRC was measured using the helium dilution technique in the supine, 30° head-up, and sitting erect positions. Subjects were randomized to sequence of position testing order. Noninvasive systolic blood pressure, heart rate, and oxygen saturation were measured twice in each testing position.

RESULTS: Results from 20 subjects were analyzed. The spirometry results for all subjects were within predicted normal reference intervals. FRC measurements differed significantly ($P < 0.001$) among all positions. FRC increased by a mean of 188 mL (95% confidence interval 18 to 358 mL) from the supine to the 30° head-up position ($P = 0.03$). There were no significant differences in vital signs among testing positions ($P > 0.16$).

CONCLUSIONS: We have demonstrated that the FRC of healthy term parturients increases significantly in the 30° head-up position in comparison with supine. (Anesth Analg 2011; 113:1098–102)



A Randomized Crossover Study to Determine the Effect of a 30° Head-Up Versus a Supine Position on the Functional Residual Capacity of Term Parturients

Hignett, Rachel FRCA; Fernando, Roshan FRCA; McGlennan, Alan FRCA; McDonald, Sarah FRCA; Stewart, Adrienne FRCA; Columb, Malachy FRCA; Adamou, Tina RCCP; Dilworth, Paul FRCP

Anesthesia & Analgesia: November 2011 - Volume 113 - Issue 5 - p 1098–1102.

A Randomized Crossover Study to Determine the Effect of a 30° Head-Up Versus a Supine Position on the Functional Residual Capacity of Term Parturients

Rachel Hignett, FRCA,* Roshan Fernando, FRCA,† Alan McGlennan, FRCA,‡ Sarah McDonald, FRCA,§ Adrienne Stewart, FRCA,† Malachy Columb, FRCA,|| Tina Adamou, RCCP,¶ and Paul Dilworth, FRCP**

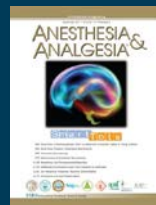
BACKGROUND: Airway management continues to pose challenges to the obstetric anesthesiologist. Functional residual capacity (FRC), which acts as an oxygen reservoir, is reduced from the second trimester onwards and is exacerbated in the supine position. Mechanisms to increase FRC may delay the onset of hypoxemia during periods of apnea. Values for changes in FRC in term parturients in semierect positions are unknown. We hypothesized that the FRC of healthy term parturients would increase significantly in the 30° head-up position in comparison with the supine position.

METHODS: Twenty-two healthy term parturients were recruited. Initial screening spirometry was performed to exclude undiagnosed respiratory disease. FRC was measured using the helium dilution method with the subject in the supine and 30° head-up positions. Subjects were randomized to sequence of position testing order. Noninvasive systolic blood pressure, heart rate, and oxygen saturation were measured twice in each testing position.

RESULTS: Results from 20 subjects were analyzed. The spirometry results for all subjects were within predicted normal reference intervals. FRC measurements differed significantly ($P < 0.001$) among all positions. FRC increased by a mean of 188 mL (95% confidence interval 18 to 358 mL) from the supine to the 30° head-up position ($P = 0.03$). There were no significant differences in vital signs among testing positions ($P > 0.16$).

CONCLUSIONS: We have demonstrated that the FRC of healthy term parturients increases significantly in the 30° head-up position in comparison with supine. (Anesth Analg 2011; 113:1098–102)

Функциональная остаточная емкость увеличивается в среднем на 188 мл



A Randomized Crossover Study to Determine the Effect of a 30° Head-Up Versus a Supine Position on the Functional Residual Capacity of Term Parturients

Hignett, Rachel FRCA; Fernando, Roshan FRCA; McGlennan, Alan FRCA; McDonald, Sarah FRCA; Stewart, Adrienne FRCA; Columb, Malachy FRCA; Adamou, Tina RCCP; Dilworth, Paul FRCP

Anesthesia & Analgesia: November 2011 - Volume 113 - Issue 5 - p 1098–1102.



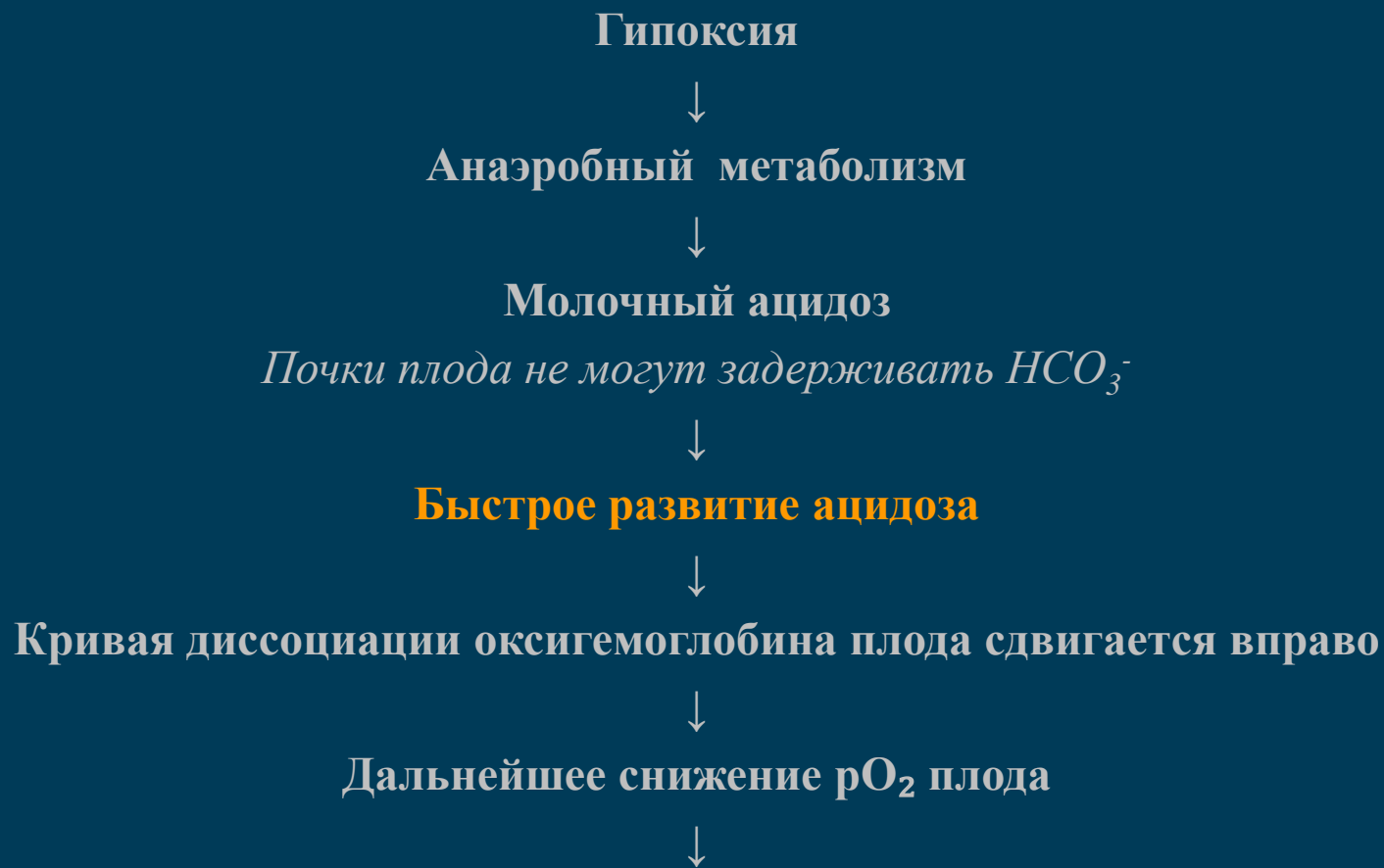
- Исследования показали возможность продления времени наступления десатурации во время апноэ у небеременных путём назальной оксигенации.
- В течение **3 мин. беременные** получали **1,0 FiO₂** до индукции и апноэ. Установлено, что нарастание **FiO₂** при открытой голосовой щели увеличивает время до наступления десатурации, продлевая временной интервал, затраченный на достижение **SaO₂ 40%** в среднем от **4,5 мин.** до **5,8 мин.** на модели беременной (*при отсутствии родовой деятельности*).
- Авторами выдвигается предположение, что небольшое увеличение интервала времени до наступления десатурации может быть достигнуто при **FiO₂ 0,4–0,6** и может обеспечиваться стандартной назальной канюлей. Наибольшее увеличение временного промежутка до десатурации отмечалось при значении **FiO₂ 1,0**, которое обеспечивалось в идеальных условиях высокопоточной назальной канюлей.



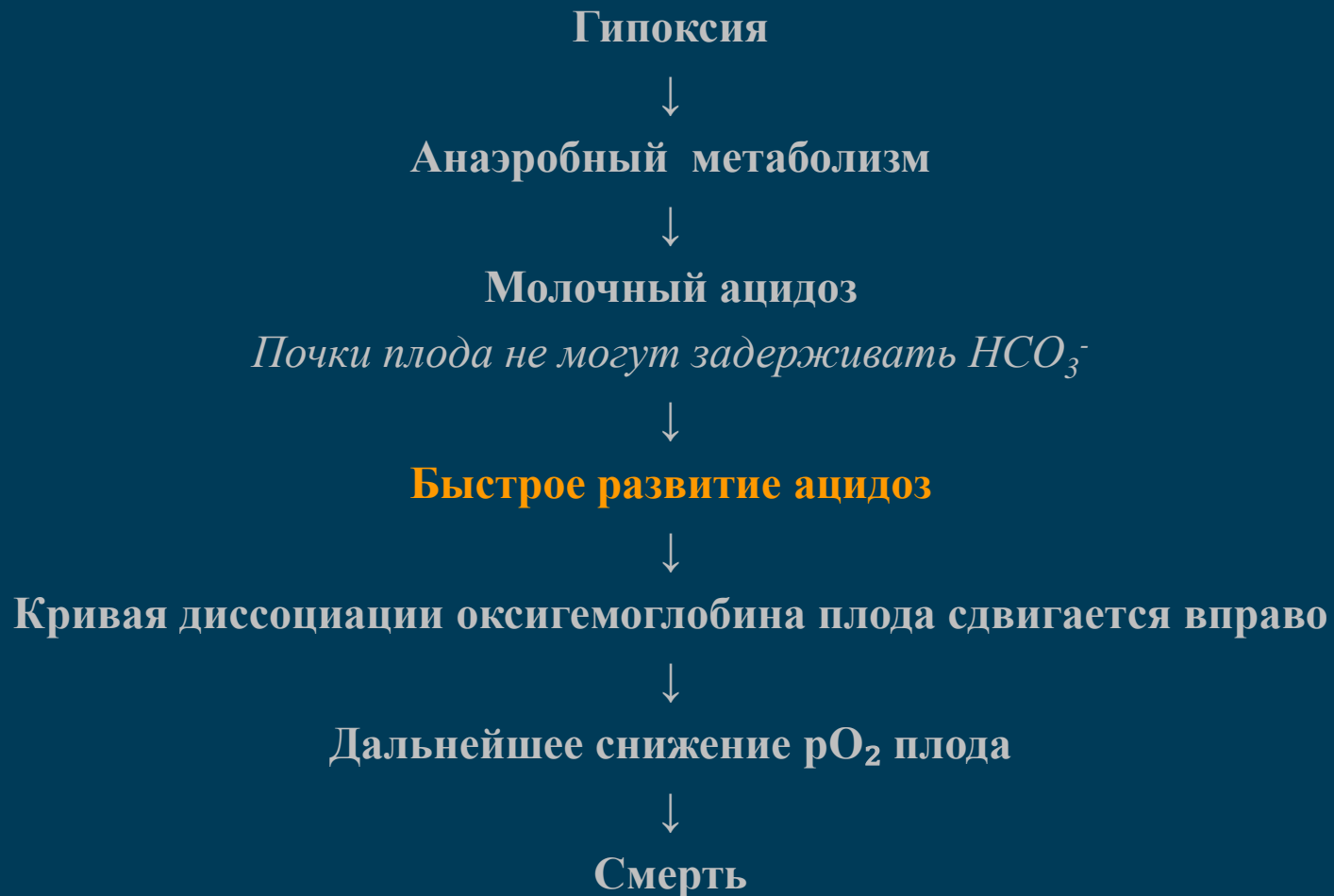
Почему гипоксия у беременных так плохо переносится плодом?



Проблема гипоксии



Проблема гипоксии



Газы крови во время беременности

Параметр	Небеременная	I триместр	II триместр	III триместр
P_aCO_2 мм рт.ст	40	30	30	30
P_aO_2 мм рт.ст	100	107	105	103
pH	7.40	7.44	7.44	7.44
HCO_3^- мэкв./л	24	21	20	20



Управление ИВЛ

- В **первом триместре**: выбирая нормализацию по CO_2 или рН, выбирайте рН
- На поздних сроках беременности может быть необходимо повышенное давление в дыхательных путях
- Следует при каждой смене вентиляции выполнять продленный мониторинг ЧСС плода



Чем опасна гипероксигенация беременных?



Проблема гипероксигенации

- Дебаты в акушерской анестезиологии
 - Дополнительный кислород при плановом КС или дистресс-синдроме плода
- Нормальный уровень кислорода у плода
 - pO_2 в артерии пуповины 19 мм рт. ст.
 - pO_2 в вене пуповины 28–35 мм рт. ст. (40% сатурации)
 - Образование свободных радикалов

*Meschia G.
Rivard G. et al.
Panigel M.*

Проблема гипероксигенации

- Дебаты в акушерской анестезиологии
 - Дополнительный кислород при плановом КС или дистресс-синдроме плода
- Нормальный уровень кислорода у плода
 - pO_2 в артерии пуповины 19 мм рт. ст.
 - pO_2 в вене пуповины 28–35 мм рт. ст.
 - Образование свободных радикалов
 - Исследования на животных:
высокое $pO_2 \rightarrow$ вазоконстрикция сосудов пуповины

*Meschia G.
Rivard G. et al.
Panigel M.*

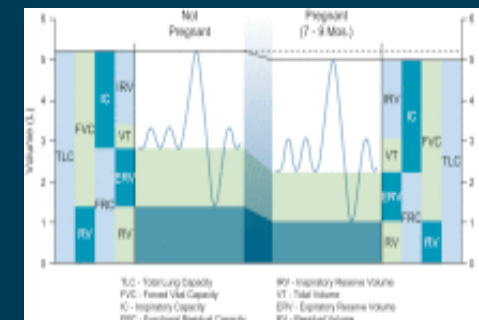
Изменения газов артериальной крови (ГАК) во время беременности (уровень моря)

Показатели ГАК	Вне беременности	Во время беременности	
		Первый триместр	Третий триместр
pH	7.40	7.42-7.46	7.43
P_aO_2 (мм рт. ст.)	93	105-106	101-106
P_aCO_2 (мм рт. ст.)	37	28-29	26-30
HCO_3^- в сыворотке (mEq/l)	23	18	17



Снижение P_aCO_2 только частично компенсируется снижением HCO_3^- .

Это приводит к персистирующему увеличению показателей pH (хронический респираторный алкалоз) и стимулированию синтеза 2,3 дифосфоглицерата, вызывающего смещение кривой диссоциации оксигемоглобина вправо, что поддерживает трансфер кислорода через плаценту



Respiratory Physiology in Pregnancy Author links open overlay panel
 Matthew J. Hegewald Md Robert O. Crapo MD

Значения газов крови во время беременности

Параметр	Небеременная	I триместр	II триместр	III триместр
P_aCO_2 мм рт.ст	40	30	30	30
P_aO_2 мм рт.ст	100	107	105	103
pH	7.40	7.44	7.44	7.44
HCO_3^- мэкв./л	24	21	20	20

*Кардиологическая пациентка со сроком беременности 8 нед.:
проверьте газы артериальной крови и вентилируйте к нормальному pH*

Чем опасна гипервентиляция беременных?

Первичный респираторный алкалоз
с компенсаторным метаболическим ацидозом
и высоким – нормальным рН

PCO_2 30

HCO_3^- 20

рН 7,44

Гипервентиляция у беременных: эксперименты на животных

$p\text{CO}_2$ 15 мм рт. ст. (pH 7,650)



Сатурация O_2 у плода ↓↓↓



Нарушение регуляции ЧСС и сердечного ритма плода

Смерть плода

*L Omo-Aghoja. Maternal and Fetal Acid-Base Chemistry: A Major Determinant of Perinatal Outcome
Ann Med Health Sci Res. 2014 Jan-Feb; 4(1): 8–17.*

Беременность и ИВЛ

Прогестерон (стимулятор дыхания)



Увеличение минутной вентиляции



CO₂ 30 мм рт. ст.



Компенсация функции почек



HCO₃⁻ 20 мэкв./л

pH = 7,44

В родах (схватки и потуги)

- Боль и тревога (беспокойство, страх)
 - увеличение дыхательного объема (VT от 330 до 2250 мл)
 - увеличение минутной вентиляции (VE от 7 до 90 л/мин!)
 - снижение P_aCO_2 (вниз до 20 мм рт. ст. и даже ниже)
 - увеличение VO_2 до +75%
- **Гипокапния** может привести к вазоконстрикции сосудов матки
 - снижение плацентарной перфузии и снижение транспорта кислорода к плоду
- Может быть опасно для плода при пограничных резервах плаценты
- Эти опасные воздействия могут **притупляться за счет эпидуральной анальгезии**



Respiratory Physiology in Pregnancy Author links open overlay panel
 Matthew J. Hegewald Md Robert O. Crapo MD

После родов

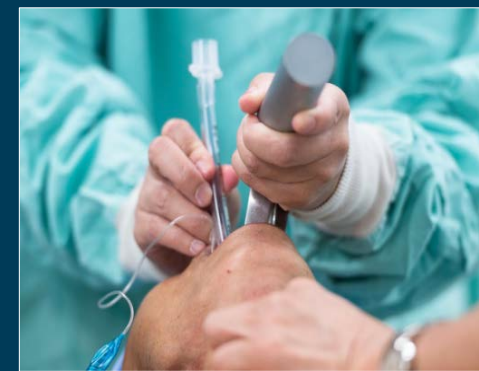
- **Увеличение в минутной вентиляции (VE)**
 - снижение наполовину до уровня состояния до беременности в течение 72 часов
 - возвращение к исходному состоянию в течение нескольких недель
- **Статические изменения в легких**
 - Быстрая нормализация после родов с декомпрессией диафрагмы и легких
 - Функциональная остаточная емкость и правый желудочек возвращаются к норме в течение 48 часов
- Регресс **изменений грудной стенки** происходит намного медленнее: через 24 недели после родов и подреберный угол остается на 20% шире, чем был до беременности



Respiratory Physiology in Pregnancy Author links open overlay panel
Matthew J. Hegewald Md Robert O. Crapo MD

Практическое значение: оксигенация

- VO_2 возрастает: +30 до 50%
Функциональная остаточная емкость снижается: – 20–30%
- Во время апноэ десатурация O_2 происходит быстрее приблизительно в три раза
- Чаще трудная интубация
- Масочная вентиляция часто выполняется труднее



ПРЕОКСИГЕНАЦИЯ +++

➔ «Полная»: т.е. до $\text{FiO}_2 \geq 90\%$

➔ с NIV и/или высокий назальный поток кислорода +30%

в положении с приподнятым головным концом (увеличивает ФОЕ)

Рекомендации по вентиляции у беременных

- При РДСВ эффекты разрешительной гиперкапнии во время беременности не известны, поэтому не применяйте ее
- Недеполяризующие мышечные релаксанты не проникают через плаценту. Миоплегия допустима.
- Седация допустима. *Проникает через плаценту*



**Чаще контролируйте артериальные газы крови.
Поддерживайте газы крови у матери на максимально
близком к нормальному уровню.**

PCO_2 30

HCO_3^- 20

pO_2 103

pH 7,44

Спасибо за внимание!

