



НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

А.Е. Карелов

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.И.МЕЧНИКОВА
КАФЕДРА АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И РЕАНИМАТОЛОГИИ им. В.Л.ВАНЕВСКОГО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

АППАРАТ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

- СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

- Дыхательные центры

- Рецепторы (сенсоры)

- Нервные проводники

- МЕХАНИЧЕСКИЙ ПРИВОД

- Грудная клетка

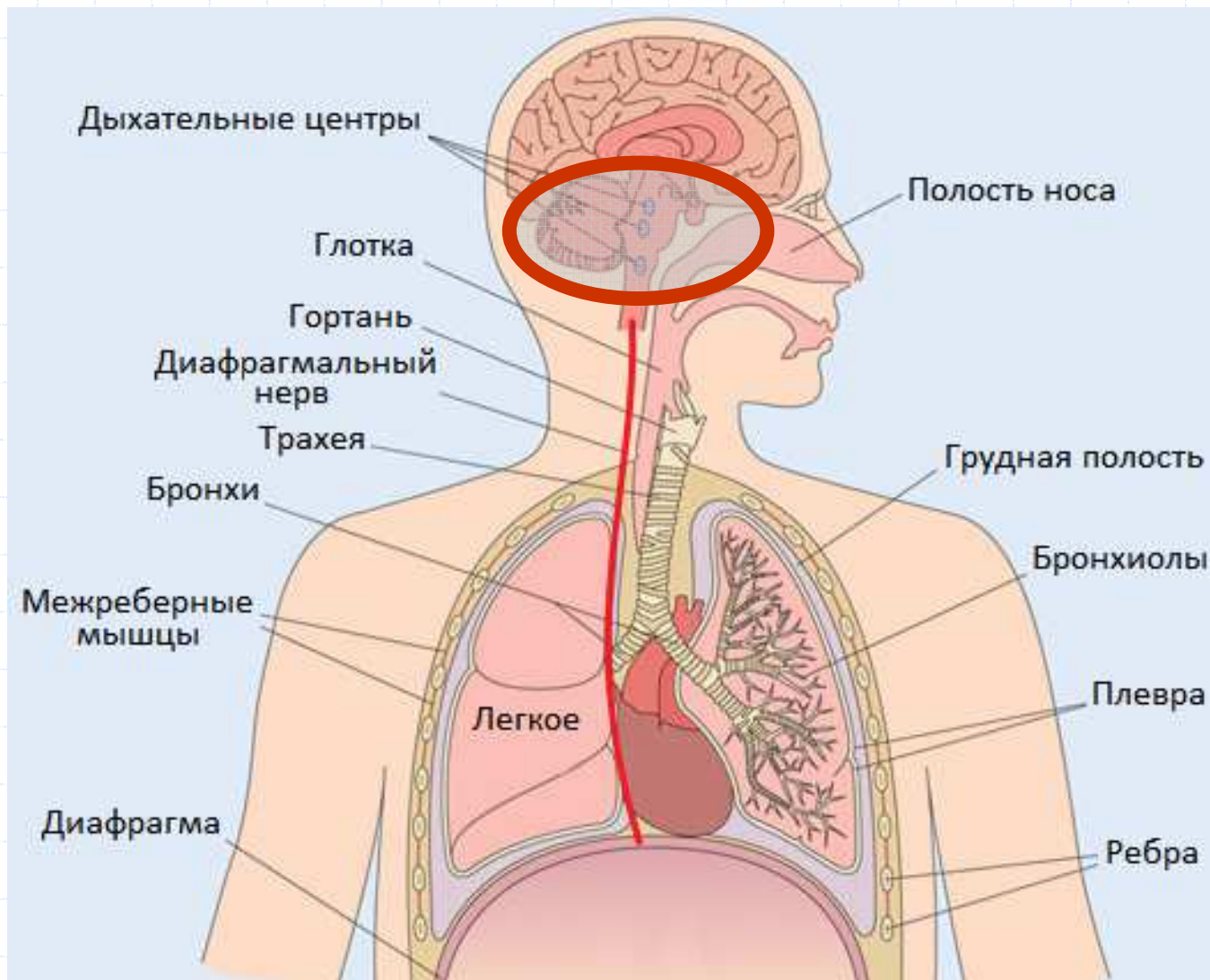
- Дыхательные мышцы

- БРОНХОЛЁГОЧНАЯ СИСТЕМА

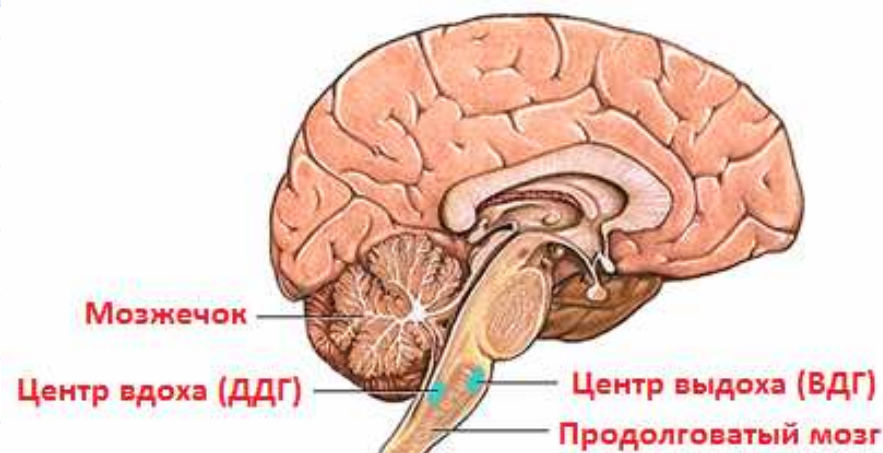
- Кондуктивная зона (воздухоносные пути)

- Газообменная зона (альвеолы)

АППАРАТ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ



ЦЕНТРЫ ЦНС



<i>Отдел ЦНС</i>	<i>Группа нейронов</i>	<i>Предполагаемая функция</i>
Кора больших полушарий	–	Произвольная (волевая) модуляция частоты и глубины дыхания
Варолиев мост	Пневмотаксический центр	Регулятор времени вдоха (прерыватель вдоха)
	Центр апноэ	Главный стимулятор вдоха, работающий непрерывно
Продолговатый мозг	Дорсальная дыхательная группа (ДДГ)	Водитель ритма дыхания (запуск очередного вдоха)
	Вентральная дыхательная группа (ВДГ)	Непосредственный регулятор вдоха – выдоха: активен в обеих фазах
Спинальный мозг	Инспираторные и экспираторные спинальные мотонейроны	Иннервация дыхательной мускулатуры

РЕГУЛЯЦИЯ

- Присутствует спонтанная автономная активность нейронов
- Есть инспираторные и экспираторные нейроны, функции тех и других многократно резервированы
- Активность инспираторных нейронов определяет частоту дыхания, а экспираторных – паттерн (структуру дыхательного цикла)
- Жизнеопасно в основном подавление инспираторной активности
- Возможна произвольная (намеренная) активность мотонейронов

РЕГУЛЯЦИЯ

- Центральные хеморецепторы реагируют только на pH и PCO_2 ликвора
- Периферические хеморецепторы (в каротидных гломусах и дуге аорты) реагируют на PaO_2 , pH и $PaCO_2$
- Рецепторы растяжения легких тормозят инспираторную активность
- J-рецепторы вызывают тахипноэ в ответ на перерастяжение капилляров
- Ирритантные рецепторы вызывают кашель и чихание

РЕГУЛЯЦИЯ

- Гипоксемия дает быстрый гипервентиляционный ответ, линейно зависимый от SaO_2
- Гиперкапния вызывает отсроченный, но более мощный гипервентиляционный ответ
- $P_aCO_2 > 140$ мм Нг угнетает дыхание
- Адаптация рецепторов к высоким P_aCO_2 (ХОБЛ) создает опасность угнетения дыхания при повышении $F_I O_2$
- Высокие V_T подавляют «инспираторный драйв»

РЕГУЛЯЦИЯ

- Опиоидные агонисты и гипнотики снижают чувствительность к P_aCO_2
- Аналептики стимулируют активность нейронов

Показатель	Нормальные величины	
	Женщины	Мужчины
Общая емкость легких, л	$28,6 - 0,06 \times A(\text{лет}) \times L(\text{см})$	$36,2 - 0,06 \times A(\text{лет}) \times L(\text{см})$
Жизненная емкость, л	2 л/м^2 или $0,02 \times L(\text{см})$	$2,5 \text{ л/м}^2$ или $0,025 \times L(\text{см})$
Дыхательный объем, V_T	10 – 12 % ЖЕЛ, 7 мл/кг	
Анатомическое МП, V_D	2,2 мл/кг	
V_D/V_T	Не более 0,3	
Максимальная вентиляция легких, МВЛ, $V_{\text{МАХ}}$	$\approx 17 - 30$ ЖЕЛ	
Минутная альвеолярная вентиляция, МАВ	70 мл/кг	
Комплаенс системы "грудная клетка–легкие"	0,5 – 1 л/кПа	
Комплаенс легких	$0,026 \times L(\text{рост, см}) - 26,1$ л/кПа ($\sigma = 50$ % результата)	
Сопротивление дыхательных путей	$0,2 \pm 0,07$ кПа·с/л	$0,17 \pm 0,07$ кПа·с/л
Работа дыхания	0,098 – 0,39 Дж/л или ≈ 5 Дж/мин	
Диффузионная способность легких по O_2	20 мл/мин·мм рт.ст. или 154 мл/мин·кПа	
Диффузионная способность легких по CO	$21,9 \times L(\text{см}) - 0,12 \times A(\text{лет}) - 6,0$ мл/мин·мм рт.ст.	$32,5 \times L(\text{см}) - 0,2 \times A(\text{лет}) - 17,6$ мл/мин·мм рт.ст.

КЛАССИФИКАЦИЯ

- Острая
- Хроническая

- Легкая
- Среднетяжелая
- Тяжелая

КЛАССИФИКАЦИЯ

- Гипоксическая
- Гиповентиляционная
- Обструктивная
- Рестриктивная

- Вентиляционная
- Диффузионная

КЛАССИФИКАЦИЯ

- Парциальная (гипоксемия + гипокапния)
- Глобальная (гипоксемия + гиперкапния)

МЕХАНИЗМЫ ГИПОКСЕМИИ

- Дыхание гипоксической газовой смесью
 - Дыхание в бескислородной атмосфере (высокогорье)
 - Дыхание бескислородной газовой смесью (ошибка подключения разводки газов)
- Гиповентиляция
- Нарушение диффузионной способности
- Вентиляционно-перфузионный дисбаланс (шунтирование)

МЕХАНИЗМЫ ГИПЕРКАПНИИ

- Гиповентиляция
- Увеличение функционального мертвого пространства
- Повышение продукции CO_2

ДИАГНОСТИКА

- Жалобы
- Энцефалопатия
- Тахипноэ/диспноэ
- Тахикардия
- Цианоз
- Гипоксемия и гипокапния/гиперкапния в анализе газов крови
- Дыхательный ацидоз с или без компенсации метаболическим алкалозом

ТЕРАПИЯ

- Инсуффляция увлажненного кислорода
- Неинвазивная вспомогательная вентиляция легких
- Искусственная вентиляция легких ($PaO_2 < 60$ ммHg, $PaCO_2 > 60$ ммHg, $SaO_2 < 60\%$, ЧД > 40 мин⁻¹, аномальный паттерн дыхания и др.)
- Экстракорпоральная мембранная оксигенация
- Лечение известной причины дыхательной недостаточности (антибиотики, бронходилататоры, торакоцентез, ликвидация кишечной непроходимости, снижение давления в малом круге кровообращения, трахеостомия и др.)

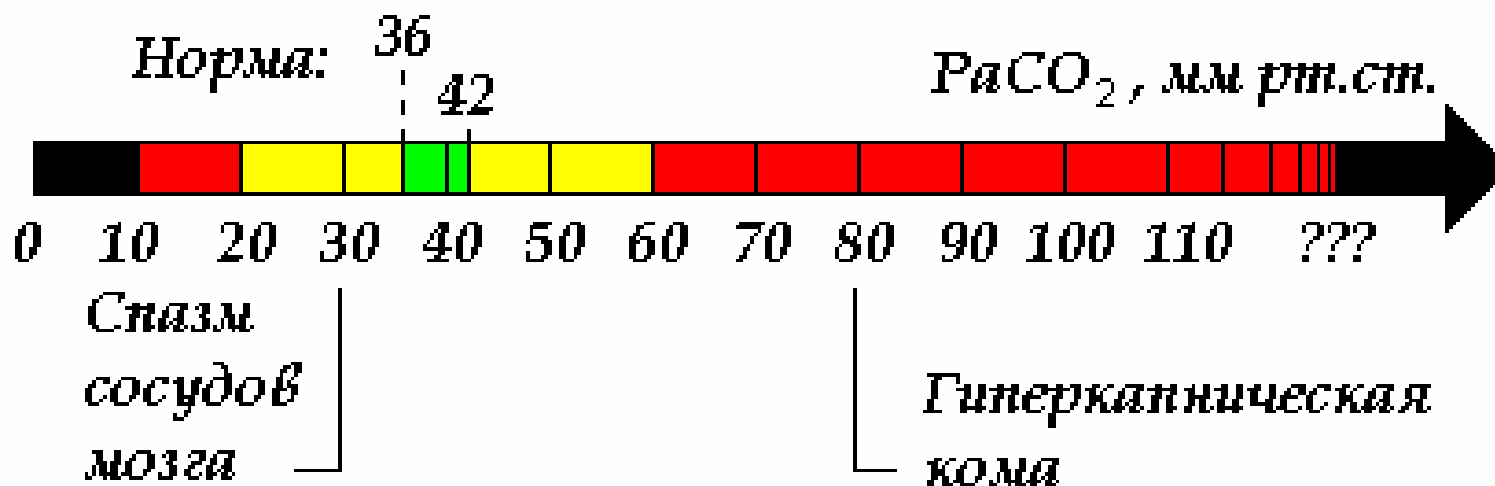
ИСТИННАЯ АЛЬВЕОЛЯРНАЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ

- Угнетение инспираторных нейронов
 - Острое нарушение мозгового кровообращения
 - Черепно-мозговая травма
 - Опиоидные агонисты, гипнотики
 - Энцефалит
 - Первичная истинная альвеолярная гиповентиляция
- Слабость дыхательных мышц
 - Миастенический криз
 - Острая демиелинизация (синдром Гийена-Барре)
 - Травма спинного мозга выше С4-сегмента
 - Яды паралитического действия (ботулизм, кураре, периферические миорелаксанты)
 - Синдром Пиквика
- Нарушение целостности костного каркаса
 - Множественные переломы ребер
 - Окончатый перелом ребер
- Боль

ПЕРВИЧНАЯ ИСТИННАЯ АЛЬВЕОЛЯРНАЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ

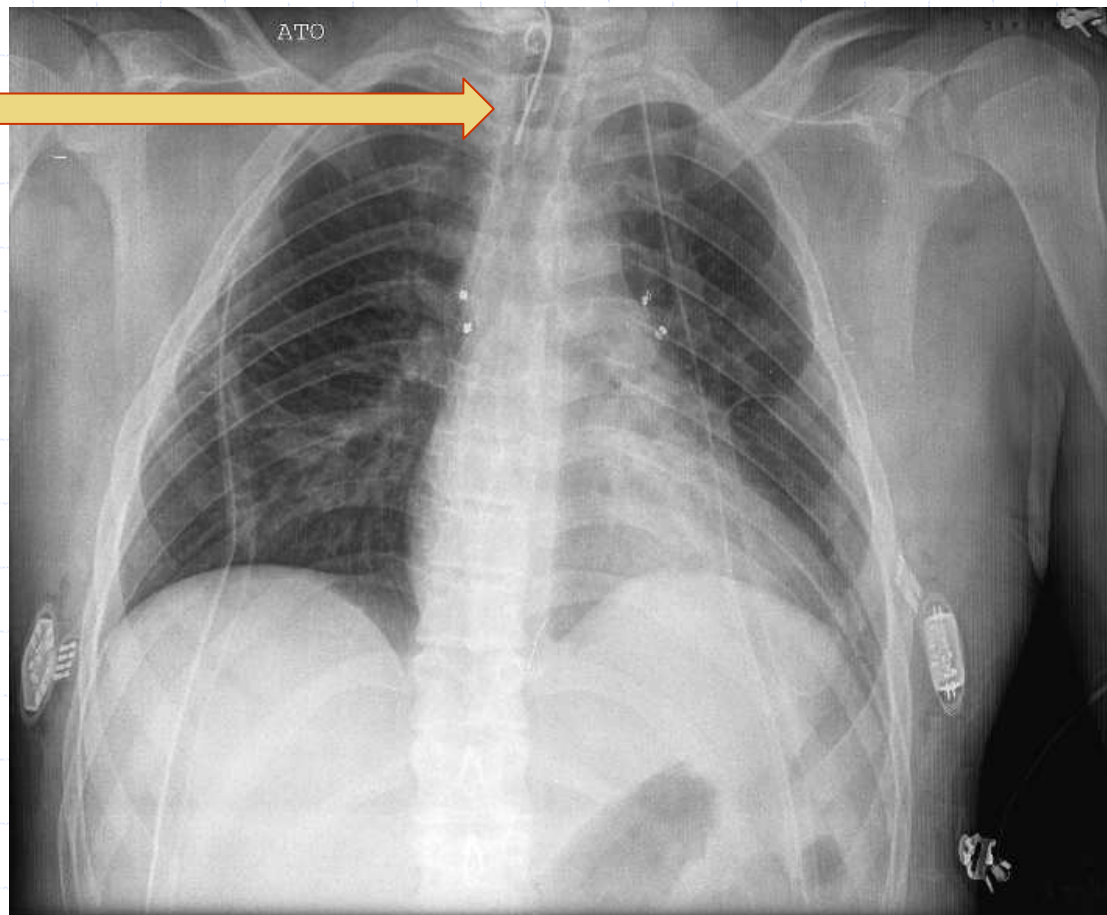
Высокий уровень гиперкапнии без тахипноэ и не на фоне ХОБЛ

- *Нормальные значения*
- *Компенсация: необходим контроль!*
- *Декомпенсация: требуется вмешательство!*
- *Несовместимо с жизнью!*



ПЕРВИЧНАЯ ИСТИННАЯ АЛЬВЕОЛЯРНАЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ

Лечение



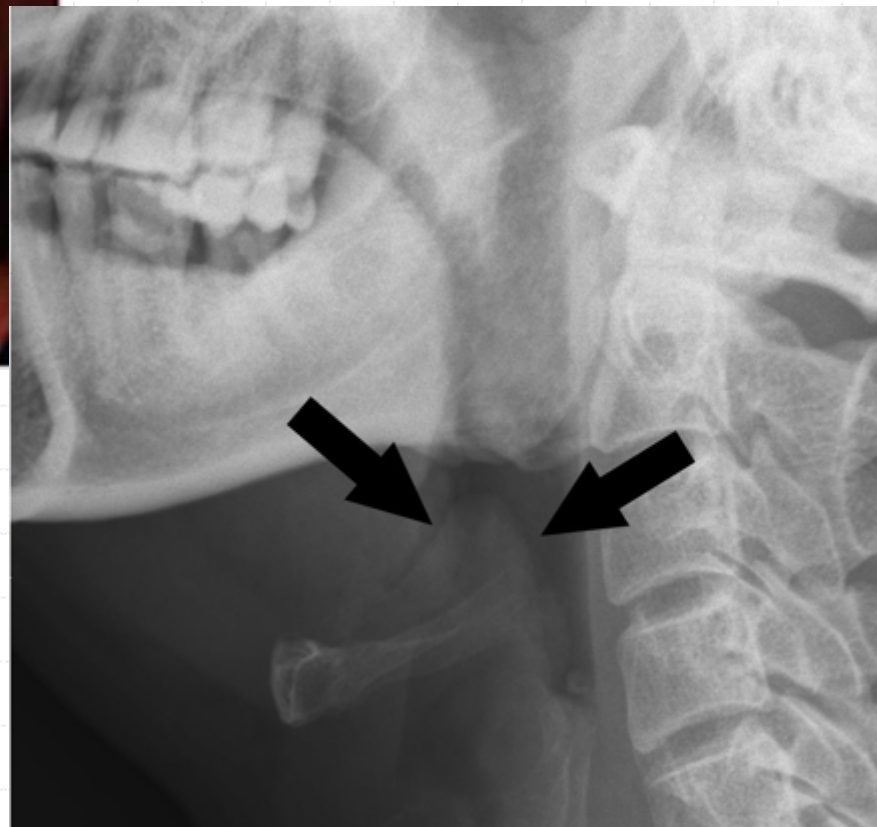
АЛЬВЕОЛЯРНАЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИЯ

- **Обструкция/обтурация верхних дыхательных путей**
 - Западение нижней челюсти и языка
 - Инородное тело
 - Странгуляция
 - Эпиготтит
 - Перелом гортани
 - Истинный и ложный круп
- **Обструкция/обтурация нижних дыхательных путей**
 - Приступ бронхиальной астмы
 - Вирусная инфекция на фоне ХОБЛ
 - Бронхиолит
 - Аспирация (заглоточный абсцесс, легочный абсцесс, кровотечение, желудочное содержимое)

ОБСТРУКТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

- Затруднение дыхания на вдохе или на выдохе
- Нет тахипноэ
- Втяжение на вдохе податливых мест грудной клетки
- «Лишние» звуки (стридор, свист, жужжание)
- Сухие хрипы при аускультации
- Гиперкапния

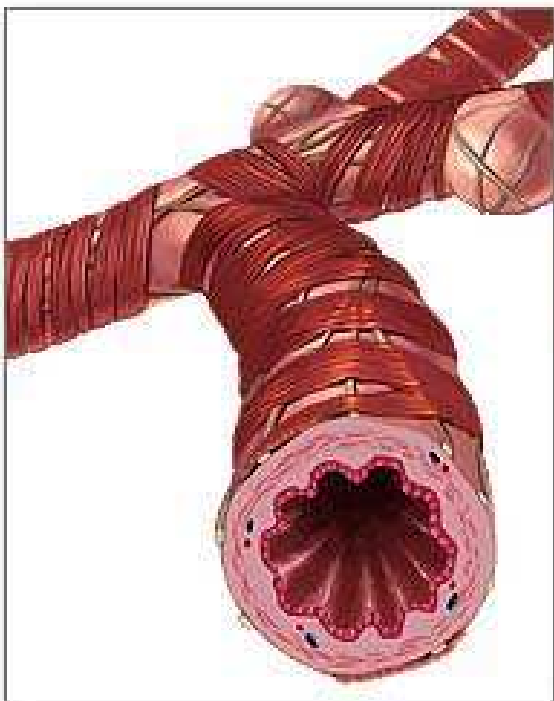
ЭПИГОТТИТ



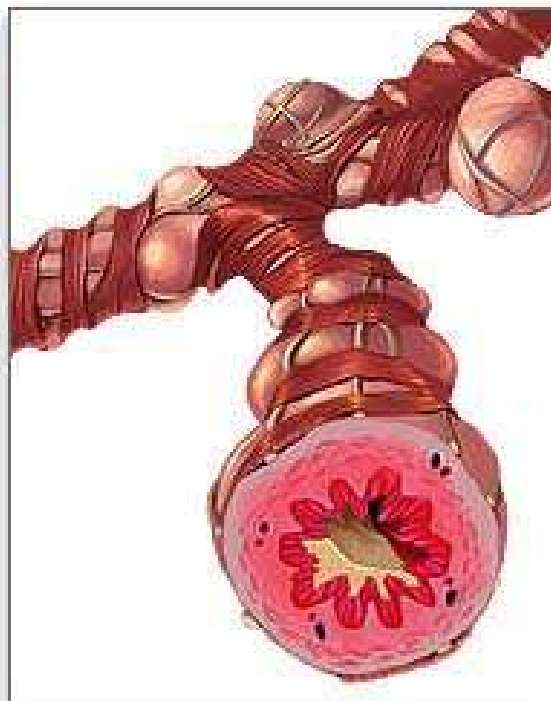
<http://images.1233.tw/acute-epiglottis/>

ЖИЗНЕУГРОЖАЮЩЕЕ ОБОСТРЕНИЕ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

Normal bronchiole



Asthmatic bronchiole



© ADAM, Inc.

ЖИЗНЕУГРОЖАЮЩЕЕ ОБОСТРЕНИЕ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

- Старое название – «астматический статус»
- Обычно связано с наложением вирусной инфекции или нарушением режима лечения
- Рефрактерно к бета-адреномиметикам
- Затруднен не только выдох, но и вдох
- Нет мокроты
- Имеется тенденция к «немому легкому»
- ВСЕГДА имеется гиперкапния!

ЖИЗНЕУГРОЖАЮЩЕЕ ОБОСТРЕНИЕ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

- Нужна ли механическая поддержка вентиляции?
- Всегда нужны глюкокортикоиды! Аэрозоли?
- Достаточная общая гидратация!
- Бета-адреномиметики через небулайзер
- Теофиллин - ?
- Антибиотики - ?



ДИФФУЗИОННЫЕ НАРУШЕНИЯ

- Отек легких
- Альвеолит
- Респираторный дистресс

ОТЕК ЛЕГКИХ

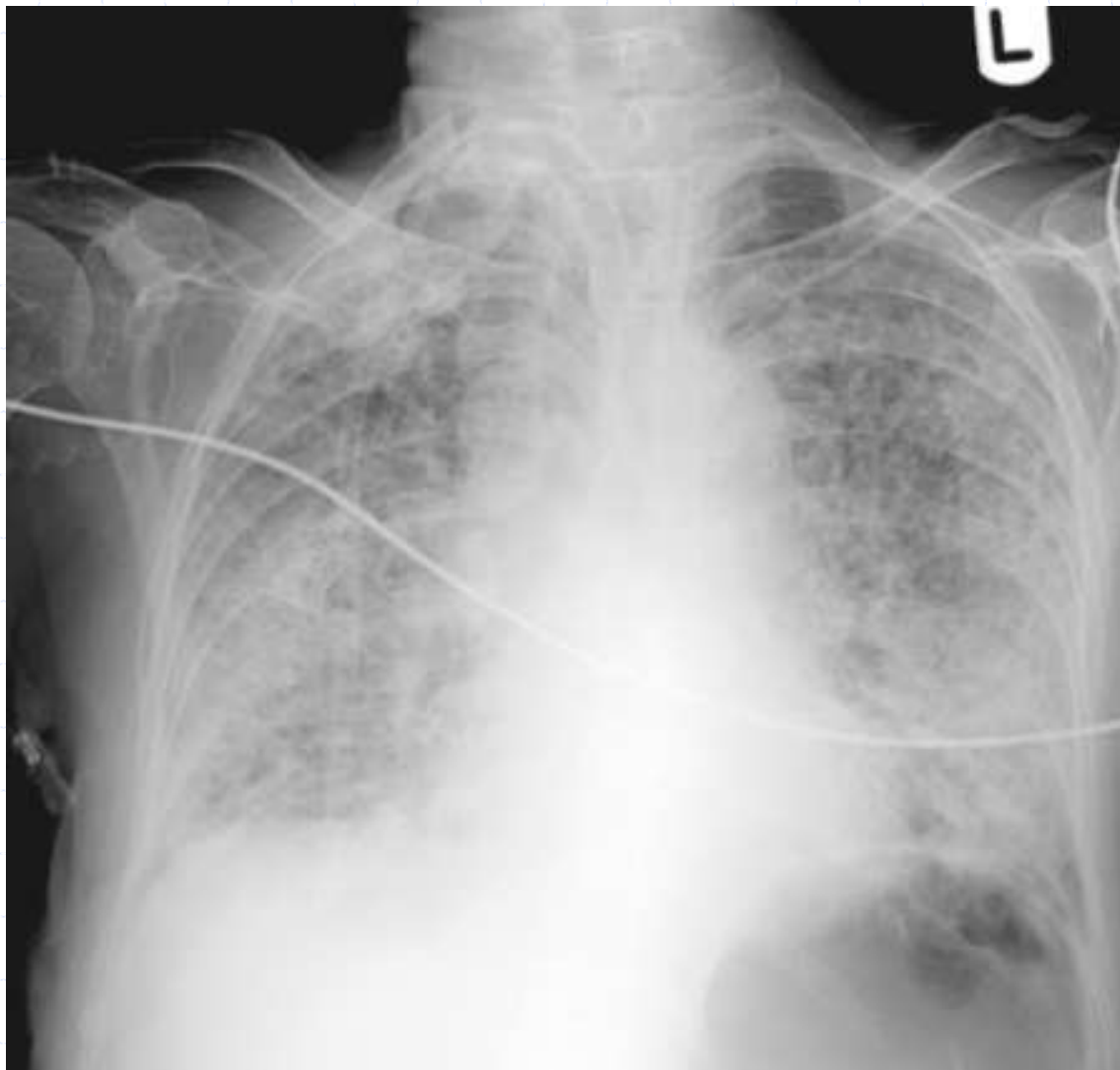
Влажные хрипы



Одышка
Кашель
Выделение пены изо рта и носа

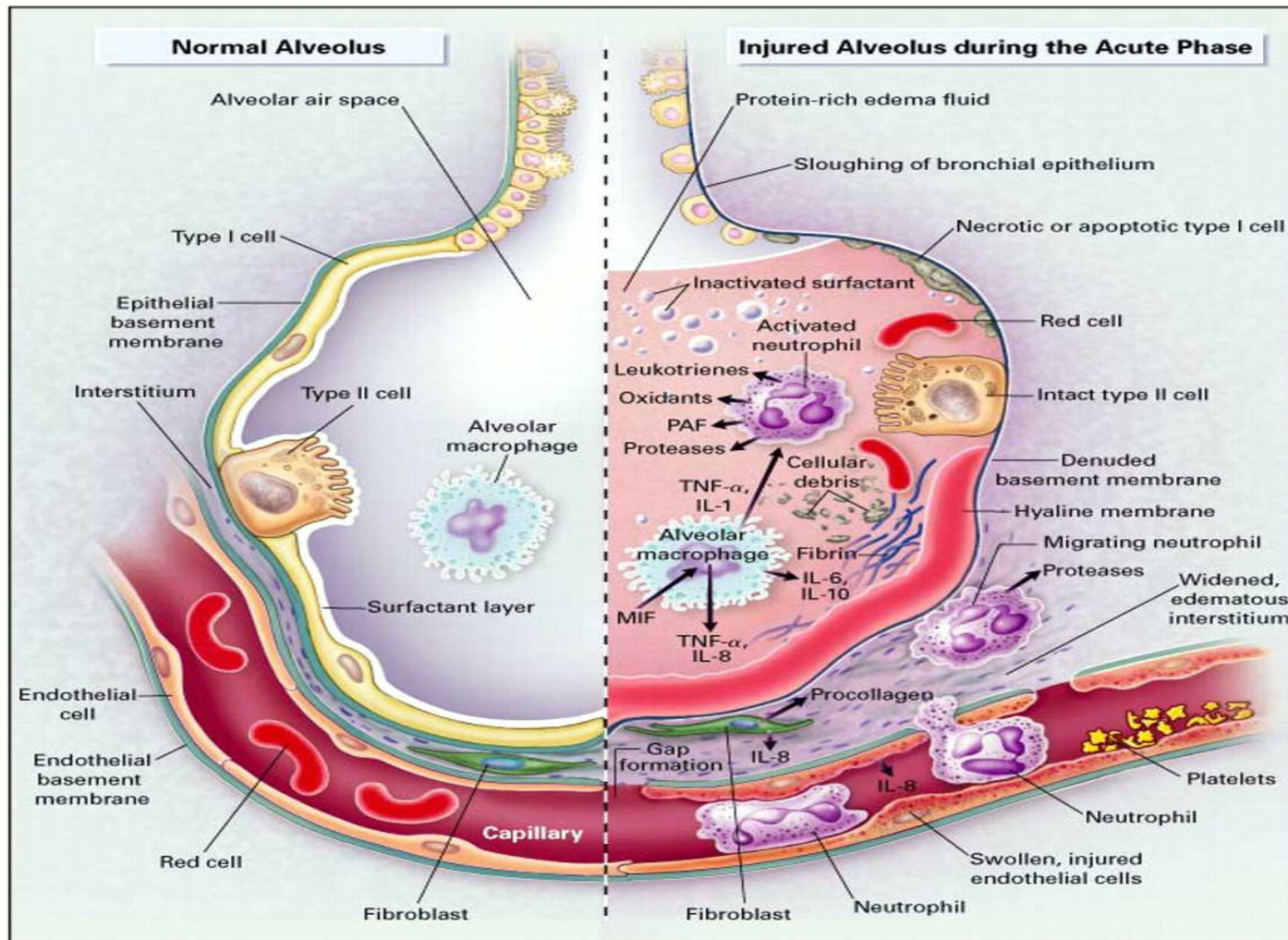
Положение ортопноэ
Тахикардия
Кожные покровы бледные и влажные

РЕСПИРАТОРНЫЙ ДИСТРЕСС



<http://www.surgical-tutor.org.uk/default-home.htm?core/ITU/ards.htm~right>

РЕСПИРАТОРНЫЙ ДИСТРЕСС



РЕСПИРАТОРНЫЙ ДИСТРЕСС

- Шок
- Инфекция
- Травма
- Отравление
- Коагулопатия
- Разное...

- Аспирация
- Ингаляция
 - Инфекция
 - Радиация
 - ТЭЛА
- Re-expansion
 - Контузия

РЕСПИРАТОРНЫЙ ДИСТРЕСС

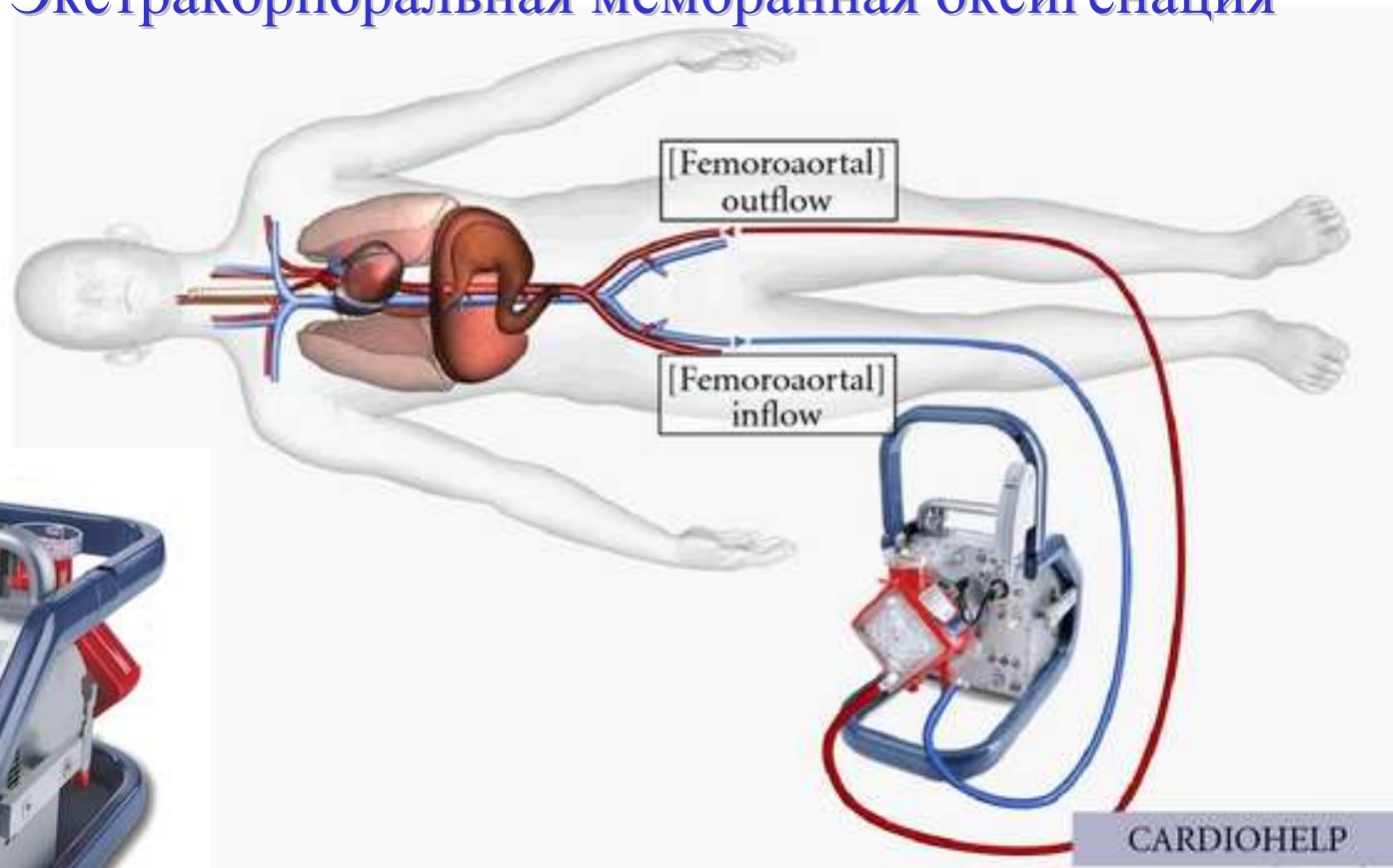
- Начало
 - Острое (до 7 суток)
- Рентгенография или КТ
 - Двухсторонняя инфильтрация
- Оксигенация
(P_{aO_2}/F_{IO_2}
при PEEP 5 и выше)
 - Легкий: 200...300 мм Нг
 - Умеренный: 200...100
 - Тяжелый: <100
- Критерии исключения
 - НЕТ (но можно сделать ЭхоКГ...)

РЕСПИРАТОРНЫЙ ДИСТРЕСС

- Всегда необходимы высокие концентрации O₂!
- Всегда нужна механическая вентиляционная поддержка!
- Раскрыть альвеолы и удерживать их раскрытыми
- Раздуть, но не повредить...
- ЭКМО
- Лекарства малоэффективны

РЕСПИРАТОРНЫЙ ДИСТРЕСС

Экстракорпоральная мембранная оксигенация



РЕСТРИКТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

- Нарушение герметичности плевральной полости (пневмоторакс)
- Сдавление легкого (гидроторакс/гемо-/хило-/пиоторакс)
- Тромбоэмболия легочной артерии
- Ателектаз
- Абдоминальный компартмент-синдром

РЕСТРИКТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

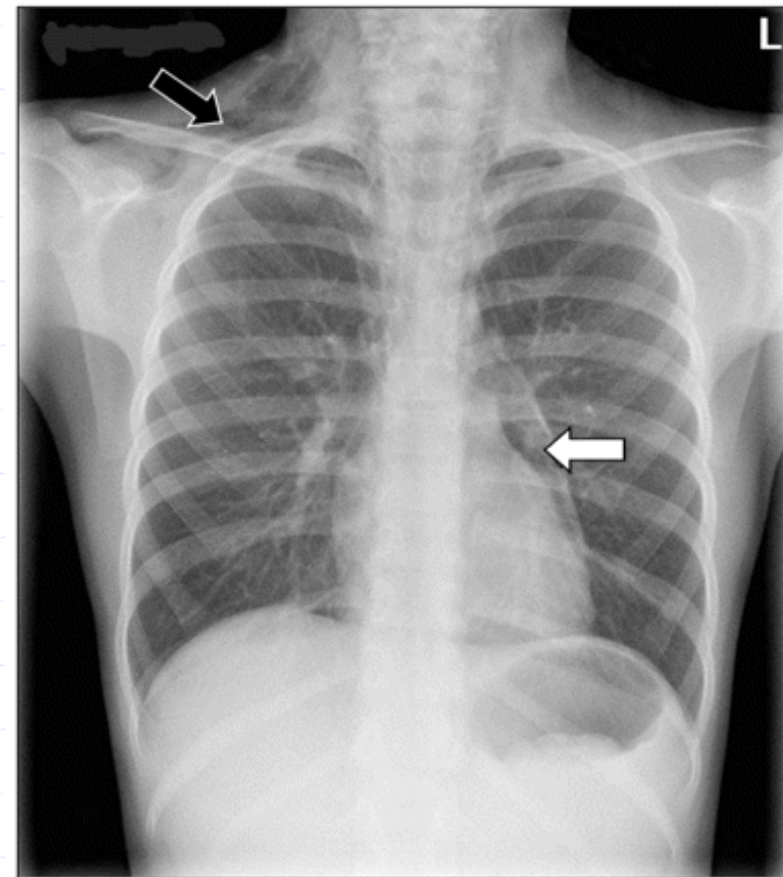
- Вдох и выдох вначале всегда свободны
- Тахипноэ
- Экскурсии могут быть несимметричны
- При аускультации влажные хрипы или нет дыхания
- Гипокапния

ВНЕАЛЬВЕОЛЯРНЫЙ ГАЗ

Пневмоторакс

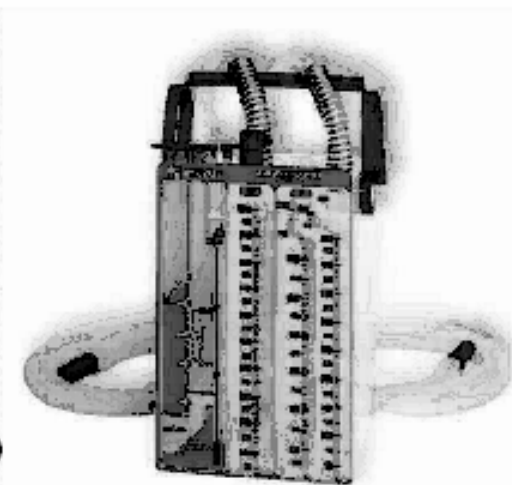
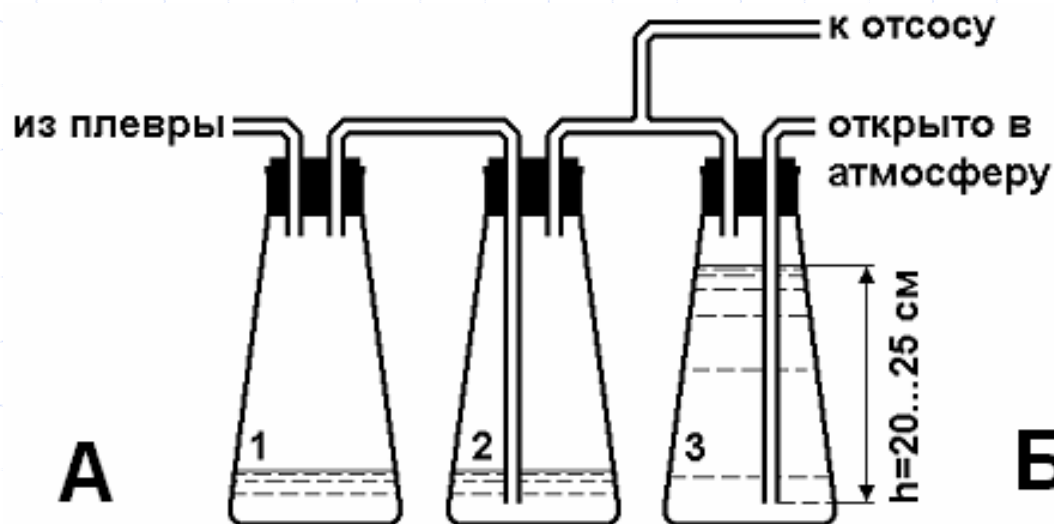


Пневмомедиастинум

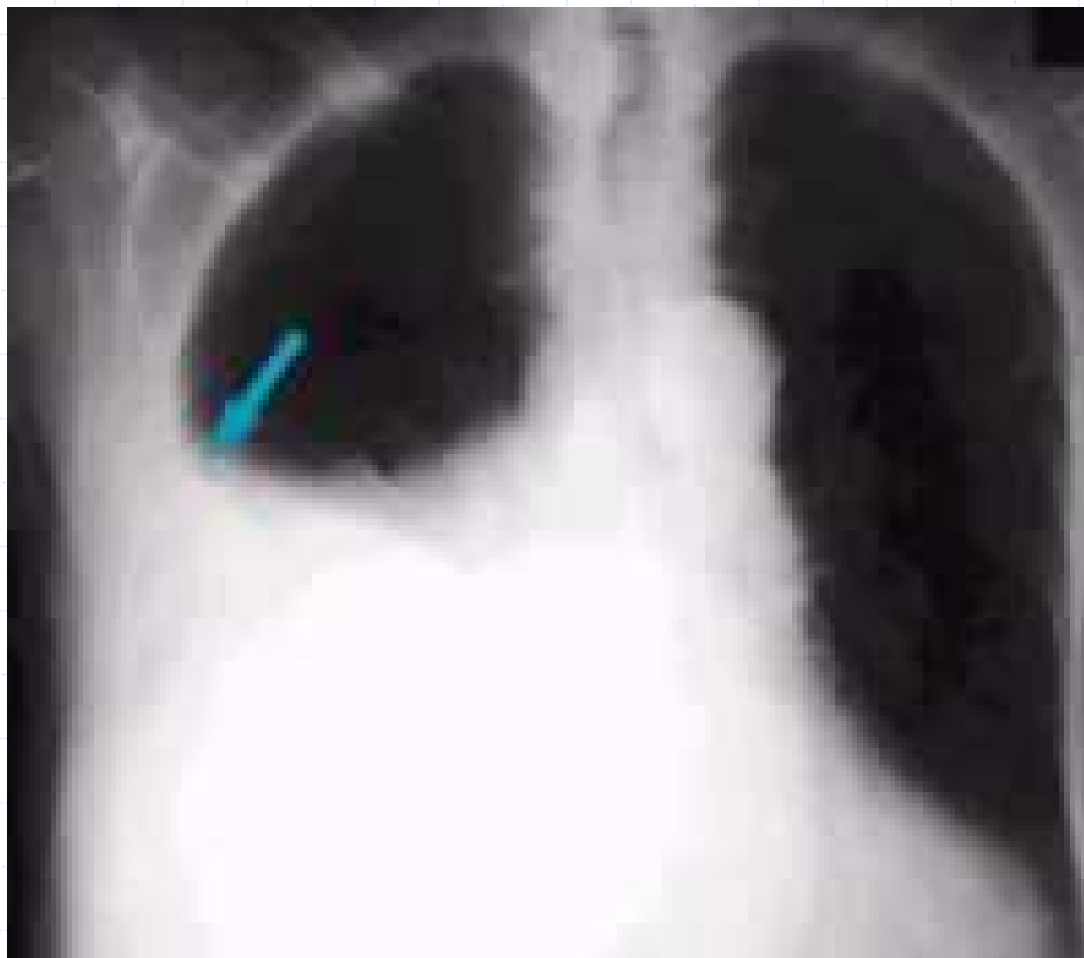


ВНЕАЛЬВЕОЛЯРНЫЙ ГАЗ

NB! На фоне дренированной плевры
подкожная эмфизема – абсолютный
признак неэффективного
дренирования

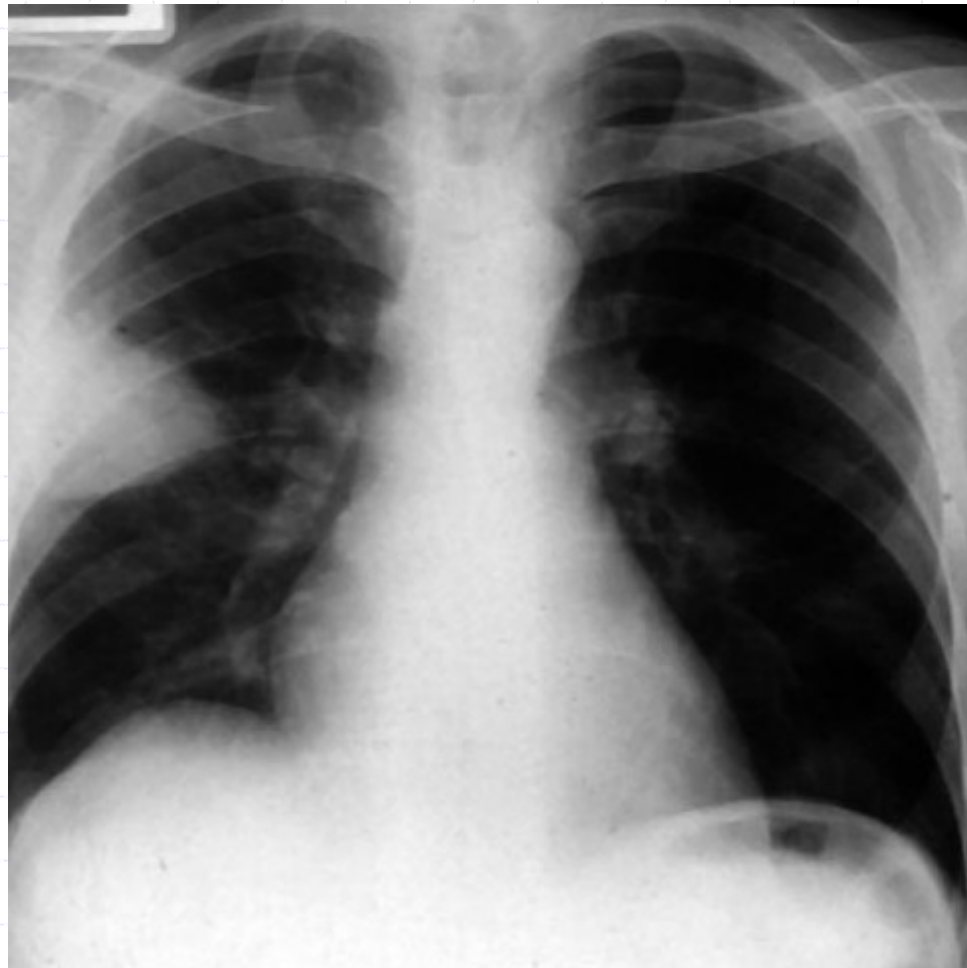


ГИДРОТОРАКС



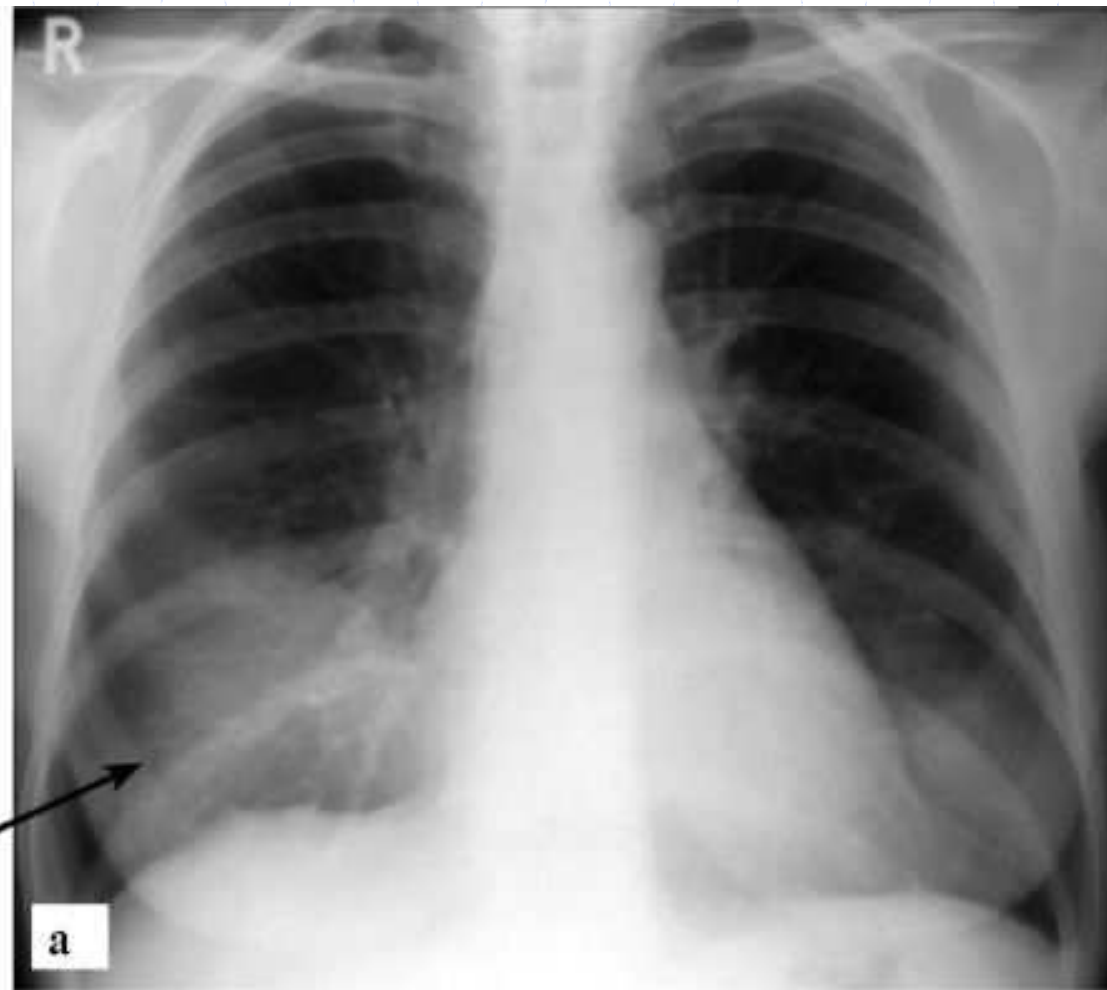
http://03digest.ru/rengenogramma_organov_grudnoy_kletki.html

ТРОМБОЭМБОЛИЯ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ



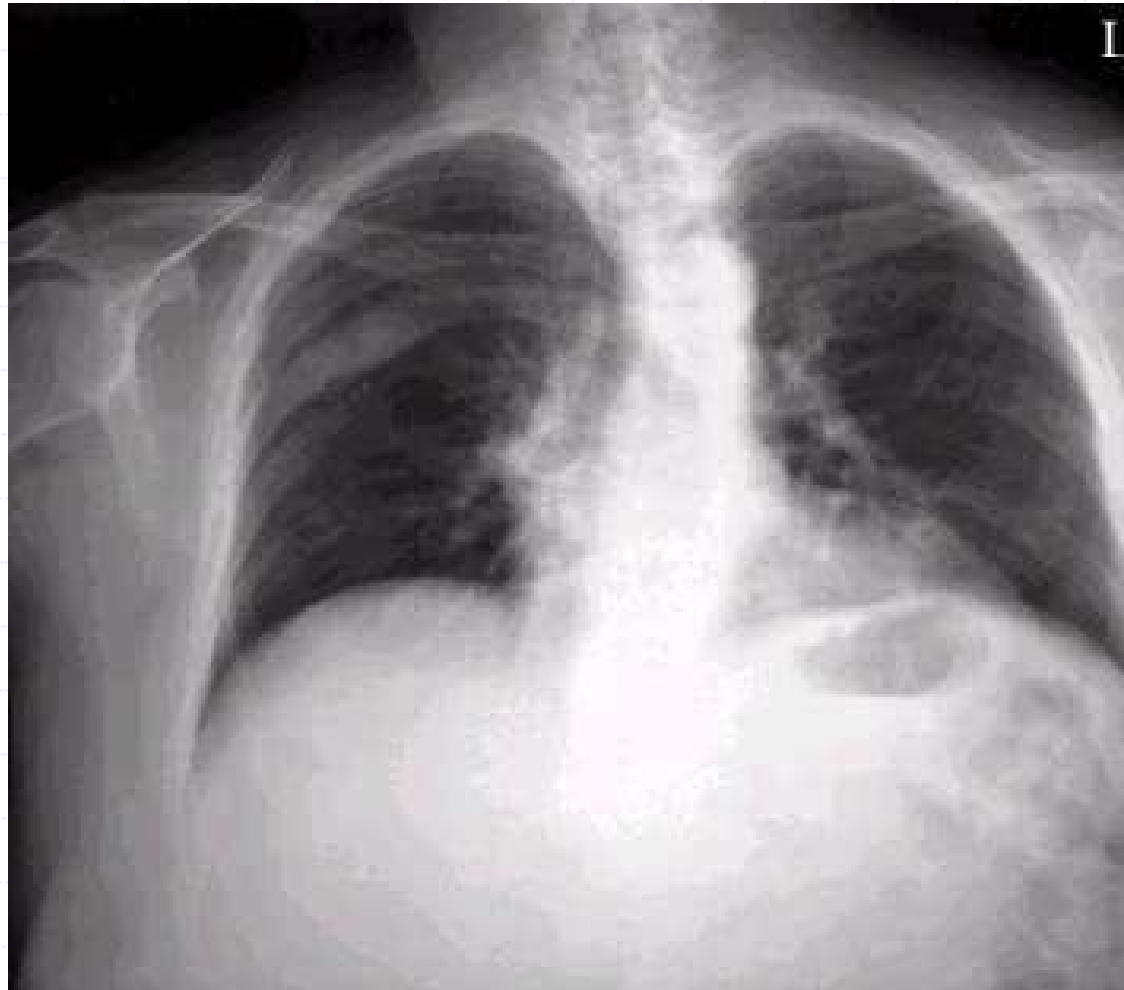
<http://www.medicalj.ru/diseases/emergencies/925-trombojembolija-legochnoj-arterii>

АТЕЛЕКТАЗ СРЕДНЕЙ ДОЛИ



http://vmede.org/sait/?page=8&id=Onkilogiya_ternova_2010&menu=Onkilogiya_ternova_2010

АБДОМИНАЛЬНЫЙ КОМПАРТМЕНТ- СИНДРОМ



http://03digest.ru/rengenogramma_organov_grudnoy_kletki.html

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Признак	Обструкция	Рестрикция
Характер дыхания	Затруднено	Свободное
Частота дыхания	Обычная или снижена	Повышена
Втяжения на вдохе	Да	Нет
«Лишние звуки» при дыхании	Да	Нет
Хрипы при аускультации	Сухие	Влажные
$PaCO_2$	Повышено	Снижено



Карелов Алексей Евгеньевич
www.akarelov.ru

