

**ОСТРАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ  
НЕДОСТАТОЧНОСТЬ.  
БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА**

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ



# АНАТОМИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Дыхательная система (*sistema respiratorium*) состоит из:

- ✓ дыхательных путей и
- ✓ собственно дыхательных органов – легких.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

По воздухоносным путям воздух поступает в легкие, где **в альвеолах**, оплетенных капиллярами легочной артерии, происходит газообмен между воздухом и кровью путем **диффузии газов** (кислорода – углекислоты).

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Дыхательные пути подразделяются на верхние и нижние.

## ✓ Верхние дыхательные пути:

- ❖ Полость носа
- ❖ Носоглотка
- ❖ Ротоглотка

## ✓ Нижние дыхательные пути:

- ❖ Гортань
- ❖ Трахея
- ❖ Бронхи (включая их разветвления)

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Дыхательные пути имеют **костную или хрящевую основу**, благодаря чему не спадаются.

Внутренняя поверхность дыхательных путей покрыта слизистой оболочкой, которая выстлана **мерцательным эпителием** и содержит большое количество желез, выделяющих слизь.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

## Основные функции дыхательных путей:

- ✓ Проведение воздуха
- ✓ Очищение
- ✓ Увлажнение
- ✓ Согревание
- ✓ Выделительная функция

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

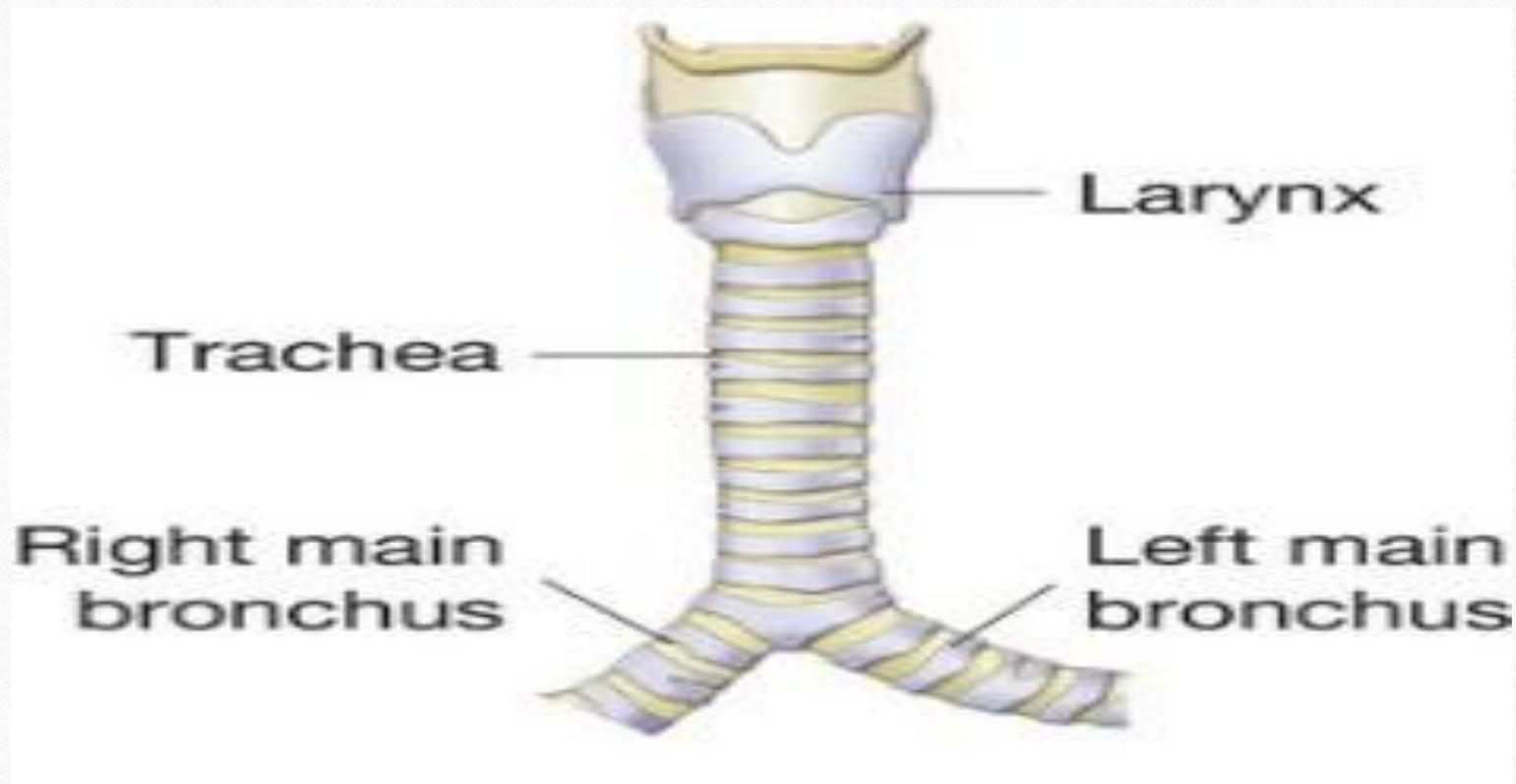
Среди органов дыхательной системы особенно сложным строением отличается гортань (*larynx*), выполняющая функцию голосообразования.



# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

На уровне межпозвонкового диска, соединяющего тела VI и VII шейных позвонков **гортань** переходит в **трахею** (*trachea*) – полую цилиндрическую трубку длиной 11–13 см, несколько сдавленную в переднезаднем направлении.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ



# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

- ✓ Трахея имеет две части – **шейную** (*pars cervicalis*) и **грудную** (*pars thoracica*). Границей служит верхняя апертура грудной клетки.
- ✓ На уровне IV грудного позвонка трахея разделяется на два главных бронха, образуя **бифуркацию** (*bifurcatio tracheae*).
- ✓ В этом месте снизу в просвет трахеи вдается выступ - **киль** (*carina tracheae*).

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

- ✓ Главные правый и левый бронхи (*bronchi principales dexter et sinister*) направляются к воротам соответствующего легкого и расходятся под углом 70 градусов. Но...
- ✓ Важно помнить, что **правый бронх** имеет более **вертикальное направление**, кроме того, он **шире и короче** левого и является как бы продолжением трахеи, в результате чего в правый бронх значительно чаще попадают инородные тела.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

- ✓ В воротах легкого главный бронх (бронх 1 порядка) делится на **долевые бронхи** (*bronchi lobares*), которых в правом легком **три** а в левом **два** (сообразно количеству долей).
- ✓ Долевые бронхи (2 порядка) делятся на **сегментарные** (*bronchi segmentales*).
- ✓ Сегментарные бронхи (3 порядка) делятся на **внутрисегментарные** (9-10 порядков).
- ✓ Бронхи диаметром около 1 мм входят в дольку легкого и называются **дольковыми** (*bronchi lobularis*).

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

- ✓ Дольковые бронхи распадаются на терминальные бронхиолы (bronchiole terminales), которых числом в обоих легких около 20 000, диаметр их составляет 0,3-0,5 мм.
- ✓ Терминальными бронхиолами заканчивается бронхиальное дерево – воздухоносный отдел дыхательной системы!

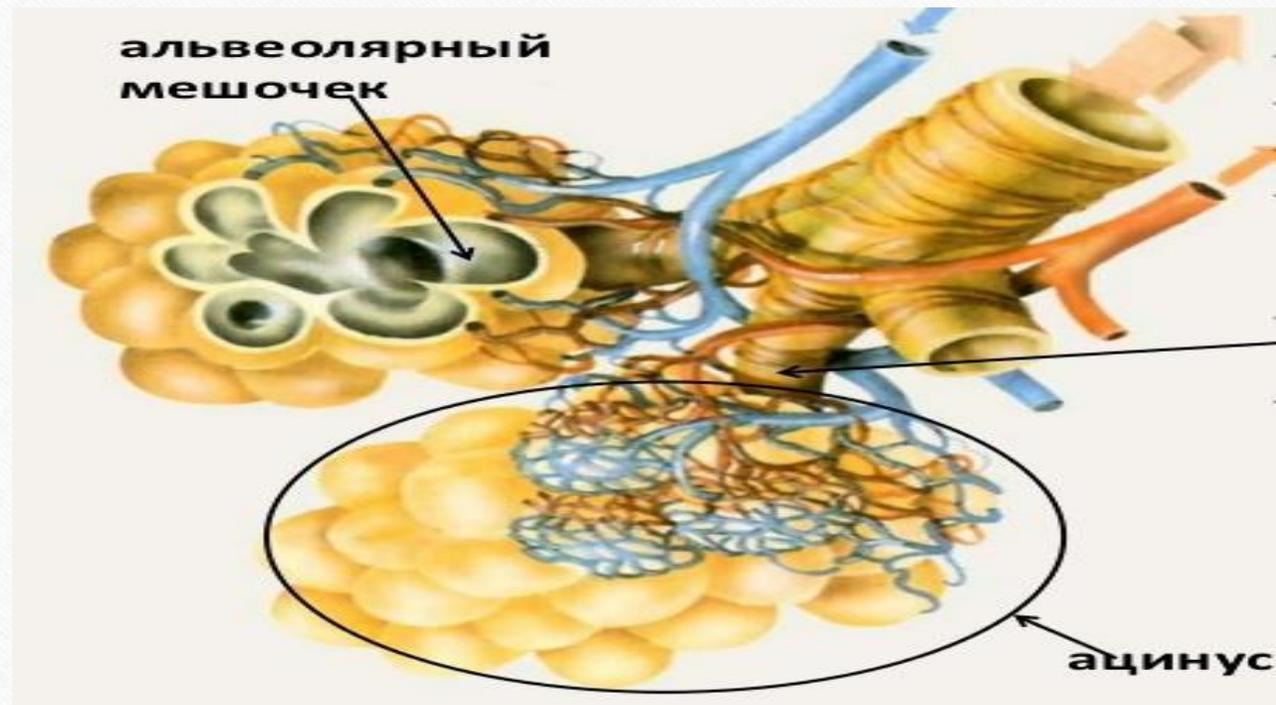
# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Каждая терминальная бронхиола делится на две дыхательные бронхиолы (*bronchioli respiratorii*), на стенках которых уже появляются альвеолы.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Таким образом, дыхательная бронхиола, а также альвеолярные ходы, альвеолярные мешочки и альвеолы легкого, оплетенные густой капиллярной сетью, образуют структурно-функциональную единицу легкого – **АЦИНУС** (*acinus pulmonis*).

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ



# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

- ✓ **Правое и левое легкое (pulmo dexter et sinister) располагаются в правой и левой половинах грудной полости.**
- ✓ **Каждое легкое окружено своим плевральным мешком.**
- ✓ **Легкие отделены друг от друга комплексом органов, входящих в состав средостения, снизу прилежат к диафрагме, а спереди, сбоку и сзади соприкасаются со стенками грудной полости.**

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

**Правое легкое немного короче и шире левого.**

Это обусловлено более высоким стоянием справа купола диафрагмы.



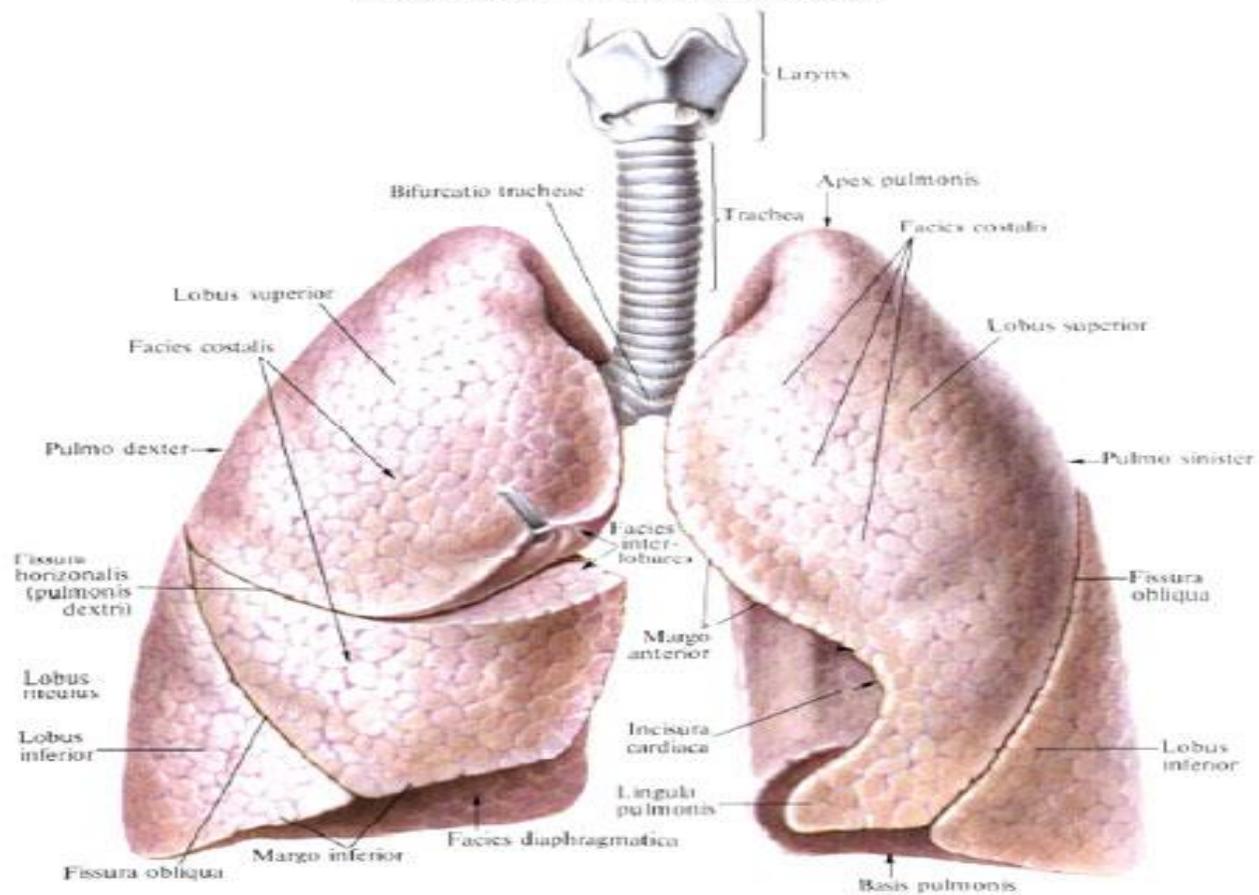
# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Каждое легкое с помощью щелей делится на доли (*lobi pulmones*).

- ✓ Правое легкое содержит **три доли** (верхнюю, среднюю и нижнюю).
- ✓ Левое легкое содержит **две доли** (верхнюю и нижнюю).

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Легкие, *pulmones*, вид спереди



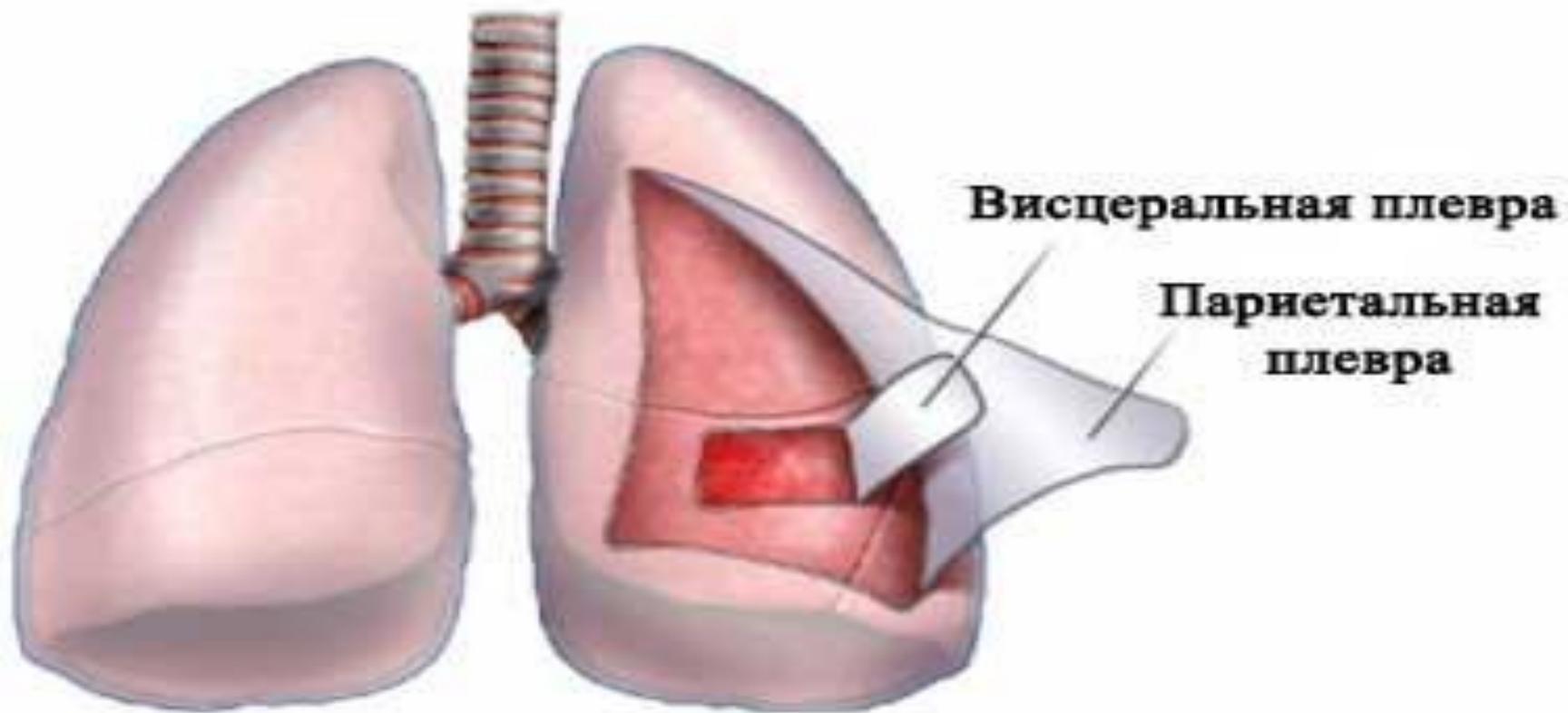
# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

**Плевра** (*pleura*) - это серозная оболочка, покрывающая легкое и стенки грудной полости.

Она состоит из двух листков:

- ✓ **Висцеральный** (*pleura visceralis*) покрывает легкое со всех сторон, срастается с ним, отделить его невозможно.
- ✓ **Париетальный** (*pleura parietalis*) срастается с внутренней поверхностью стенок грудной полости, переходит на корне легкого в висцеральный.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ



# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

## Плевральная полость

Между висцеральным и париетальным листками плевры имеется щелевидное замкнутое пространство – плевральная полость (*cavitas pleuralis*).

В ней находится небольшое количество серозной жидкости для устранения трения.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ



# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

## Емкость легких:

- ✓ При **самом глубоком вдохе** в обоих легких взрослого здорового мужчины помещается приблизительно **4000-5000** мл воздуха
- ✓ После **самого сильного выдоха** в легких остается около **1500** мл воздуха – так называемый **остаточный объем** (он остается и в легких трупа)

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Разность между этими двумя цифрами составляет приблизительно 3500 мл – это **средняя жизненная емкость легких**, состоящая из трех величин:

- ✓ **Дыхательный объем**
- ✓ **Резервный объем вдоха**
- ✓ **Резервный объем выдоха**

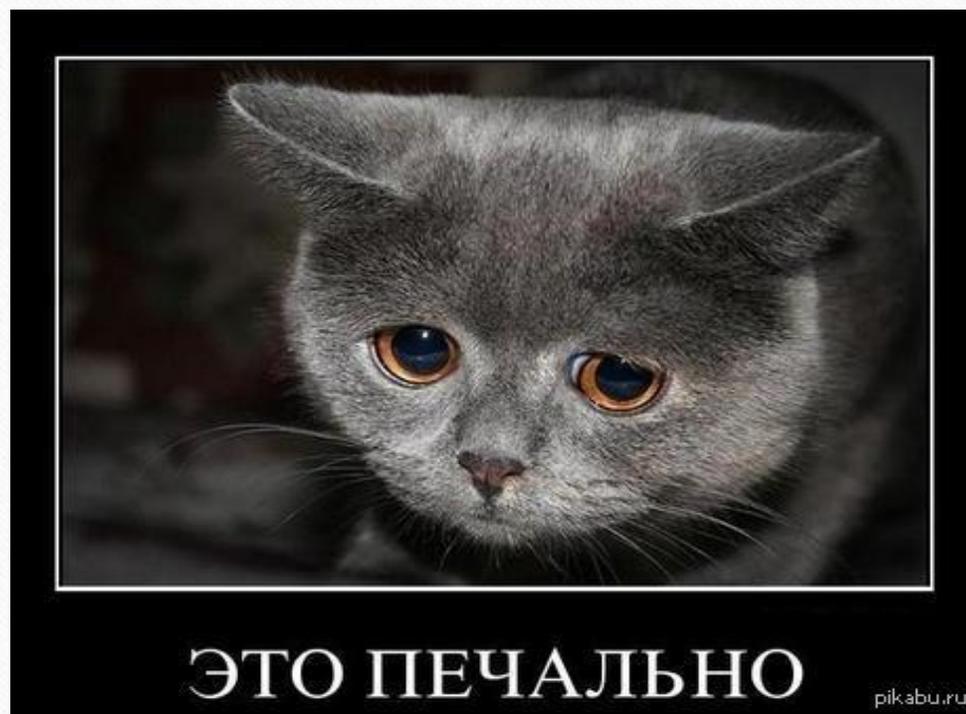
# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

## Жизненная емкость легких:

- **Дыхательный объем** (400-500 мл) – это то количество воздуха, которое вдыхается и выдыхается при обычном спокойном дыхании.
- **Резервный объем вдоха** (1500-2000 мл) – это то количество воздуха, которое еще можно форсированно вдохнуть после спокойного вдоха.
- **Резервный объем выдоха** (500-1000 мл) – это то количество воздуха, которое может быть форсированно выведено из легких после спокойного выдоха.

# СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

После 35-40 лет жизненная емкость легких начинает постепенно уменьшаться...



# Функции системы внешнего дыхания

**Основная** – поглощение  $O_2$  из окружающей среды (оксигенация) и удаление из организма  $CO_2$  (вентиляция);

**Метаболическая** – синтез сурфактанта; синтез биологически активных веществ; регуляция химических, гормональных взаимодействий

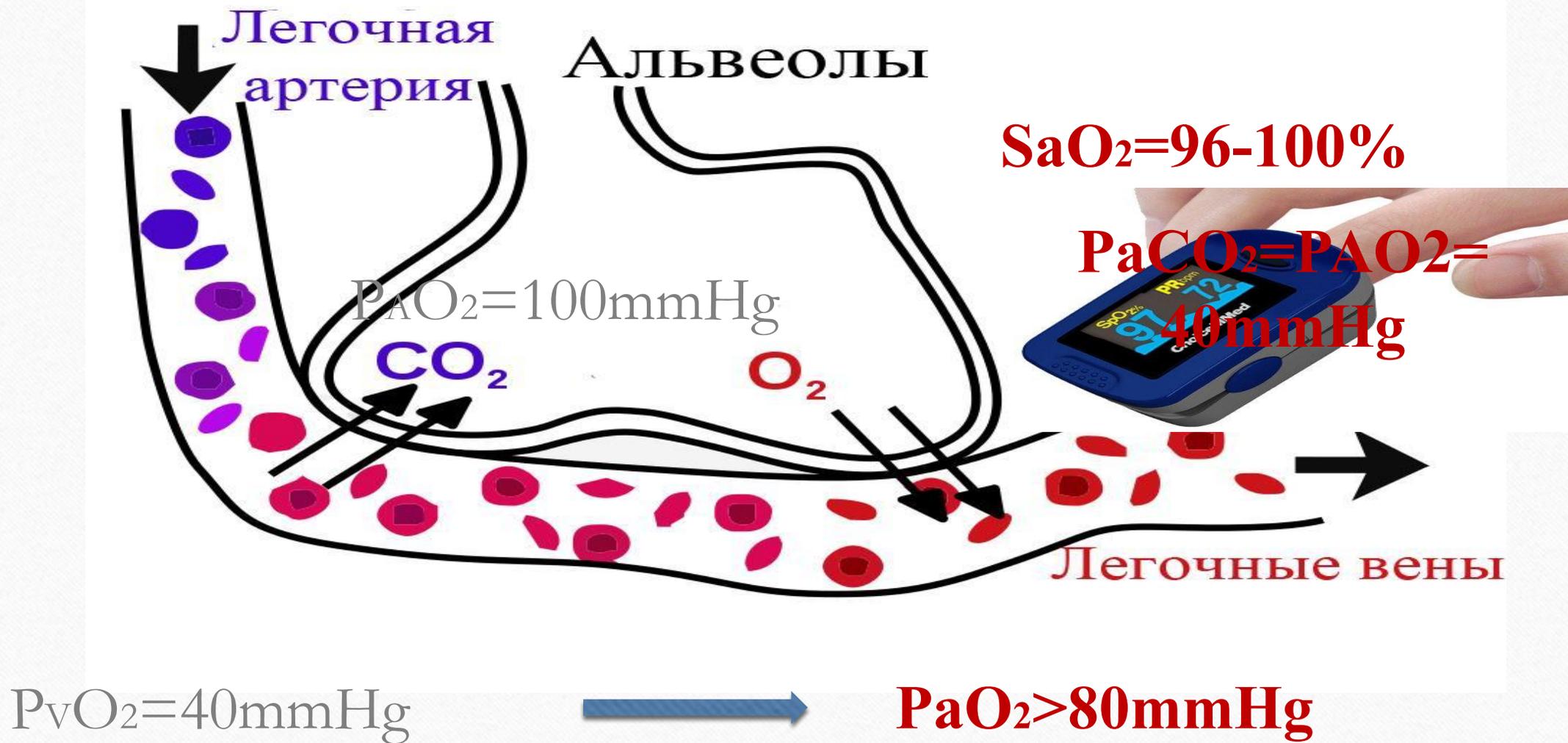
## Альвеола с окутывающими её капиллярами – «аэрон»

- ✓ Транспорт газов в систему кровообращения;
- ✓ Транспорт воды из альвеол в межклеточное пространство;
- ✓ Регуляция поверхностного натяжения (секреция сурфактанта);
- ✓ Регуляция объёма циркулирующей крови;
- ✓ Инактивация и секреция биологически активных веществ, участвующих в обмене веществ.

# Газообмен

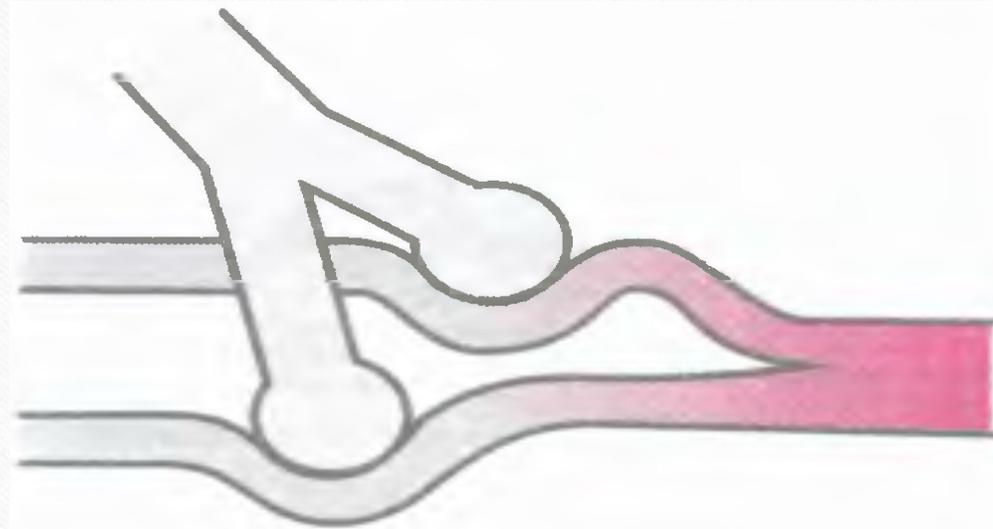


# Газообмен



# Вентиляционно-перфузионное соотношение (V/Q) в норме

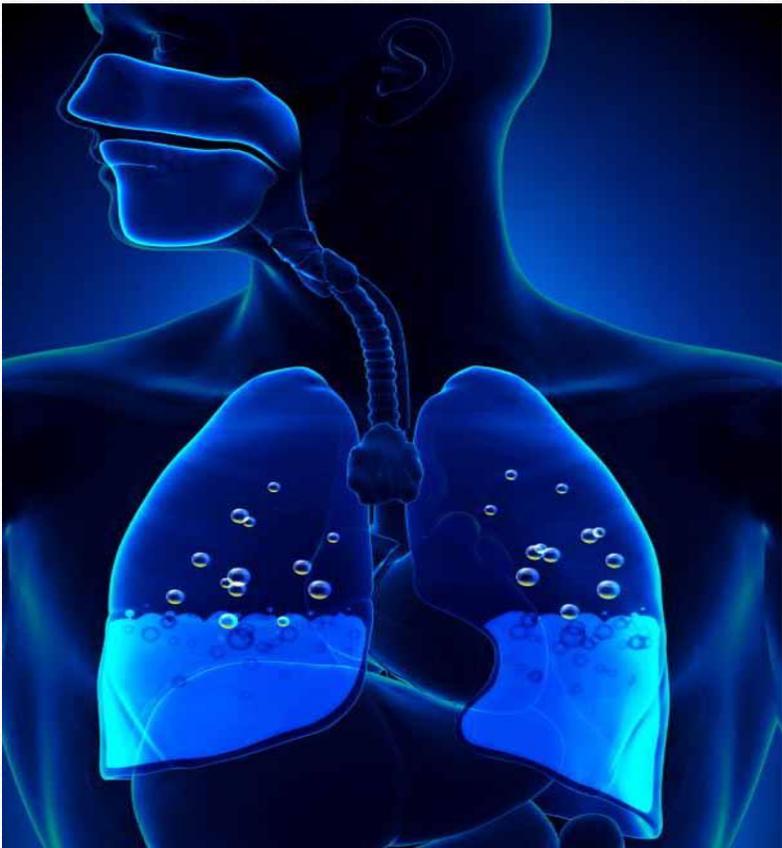
Почти каждая функционирующая (вентилируемая) альвеола окружена функционирующим (перфузируемым) капилляром



**Каким образом дыхательная система выполняет свою задачу по поддержанию оптимальных уровней кислорода и двуокиси углерода в артериальной крови?**

Дыхательная система поддерживает оптимальные уровни кислорода и двуокиси углерода в артериальной крови, изменяя вентиляцию легочных альвеол (т.е. альвеолярную вентиляцию) и кровотоков в легочных капиллярах, тем самым сохраняя такое соотношение вентиляции и кровотока, которое обеспечивает максимальный газообмен через стенки альвеол (т.е. отношение, приблизительно равное 1,0).

# Острая дыхательная недостаточность (определение с точки зрения физиологии):



- ОДН- патологическое состояние, при котором не обеспечивается поддержание нормального газового состава крови либо оно достигается за счёт более интенсивной работы аппарата внешнего дыхания и сердца, что приводит к снижению функциональных возможностей организма.

# Острая дыхательная недостаточность (клиническое определение):



Быстро нарастающее тяжелое состояние, обусловленное несоответствием возможностей аппарата внешнего дыхания метаболическим потребностям органов и тканей, при котором наступает максимальное напряжение компенсаторных механизмов дыхания и кровообращения с последующим их истощением.

# Проникновение кислорода в кровь зависит от:

- ✓  $P_{A}O_2$  – определяется количеством кислорода во вдыхаемой смеси ( $F_iO_2$ ) и барометрическим давлением
- ✓ Состояния альвеолярно-капиллярной мембраны
- ✓ Соотношения вентиляции и перфузии

## Дыхательная недостаточность – недостаточность оксигенации (поступления $O_2$ ) и недостаточность вентиляции (выведения $CO_2$ )

- ✓ Недостаточность оксигенации – это только **одна** из причин синдрома гипоксии.

### Другие его причины –

- ✓ недостаточность доставки кислорода (низкий сердечный выброс) - **циркуляторная гипоксия**
- ✓ низкий или измененный  $Hb$  – **гемическая гипоксия**
- ✓ недостаточность утилизации  $O_2$  тканями (сепсис, отравление цианидами) – **тканевая гипоксия.**

# Классификация ОДН

1. **Этиологическая.**
2. **Патогенетическая.**
3. **Клиническая.**

# Классификация ОДН

## I. этиологическая



### Первичная

связана с патологией  
первого этапа дыхания  
доставкой кислорода в  
альвеолы



### Вторичная

вызвана нарушением  
транспорта кислорода от  
альвеолы к тканям

# Классификация ОДН

## III. Клиническая

### Первичная ОДН



Наиболее частые причины ОДН



- ✓ нарушение проходимости дыхательных путей (механическая асфиксия, опухоль, спазм);
- ✓ уменьшение дыхательной поверхности легких (пневмония, пневмоторакс, экссудативный плеврит);
- ✓ нарушение центральной регуляции дыхания (кровоизлияние, интоксикация);
- ✓ нарушение передачи импульсов в нервно-мышечном аппарате (отравление ФОС, миастения, столбняк, ботулизм );

✓ другие патологические причины.

### Вторичная ОДН



- ✓ нарушения микроциркуляции;
- ✓ гиповолемические расстройства;
- ✓ кардиогенный отек легких;
- ✓ ТЭЛА;
- ✓ шунтирование или депонирование крови при различных шоковых состояниях.

## Классификация ОДН II. патогенетическая (по характеру расстройств газообмена):

### ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ

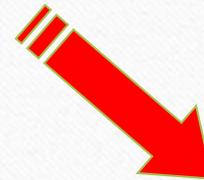
Повреждение механического аппарата вентиляции и проявляющееся гиповентиляцией, гиперкапнией ( $P_aCO_2 > 45$  мм.рт.ст.,  $pH < 7,35$ ) и увеличенной работой дыхательного центра. (ОДН 2 типа).

### ПАРЕНХИМАТОЗНАЯ

Связано с поражением паренхимы легких и нарушением газообмена, главным образом в зоне альвеолярно-артериального перехода ( $P_aO_2 < 80$  мм.рт.ст. при  $FiO_2 > 0,21$  (ОДН 1 типа)

# Классификация ОДН

## III. Клиническая



ОДН центрального  
генеза

ОДН  
при обструкции  
дыхательных путей

ОДН смешанного  
генеза



# В зависимости от этиопатогенетических факторов различают следующие типы ОДН

(Б. Е. Вотчала, 1973г):

- ✓ Центральная ОДН
- ✓ Нервно-мышечная ОДН
- ✓ Parietalная или торакодиафрагмальная дыхательная недостаточность ОДН
- ✓ Бронхолегочная ОДН (обструктивная, рестриктивная, диффузионная).

✓ Перфузионная ОДН

## 3 степени тяжести ОДН:

- ✓ 1 степень –  $P_{aO_2}$  60-79 мм.рт. ст ,  $S_{aO_2}$ - 90-94%
- ✓ 2 степень –  $P_{aO_2}$  – 40-59 мм.рт.ст ,  $S_{aO_2}$  – 75-89 %
- ✓ 3 степень –  $P_{aO_2}$  - < 40 мм.рт.ст,  $S_{aO_2}$  - < 75 %
- ✓ Гипоксемическая кома –  $P_{aO_2}$  – 39-30 мм.рт.ст.

$P_{aCO_2}$  — парциальное давление углекислого газа в артериальной крови

$P_{aO_2}$  — парциальное давление кислорода в артериальной крови

$S_{aO_2}$  — сатурация артериальной крови по лабораторным данным

$S_pO_2$  — сатурация артериальной крови по данным пульсоксиметрии

# 1. Центральная ОДН:



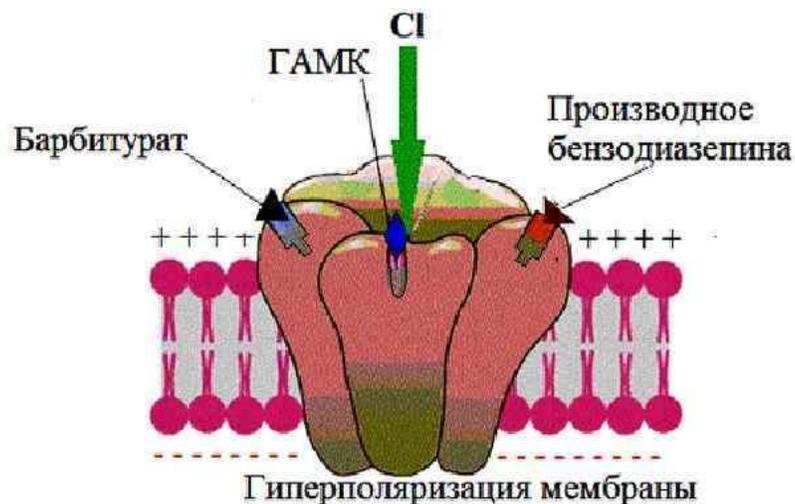
Угнетение  
дыхательного центра.

# Центральная ОДН

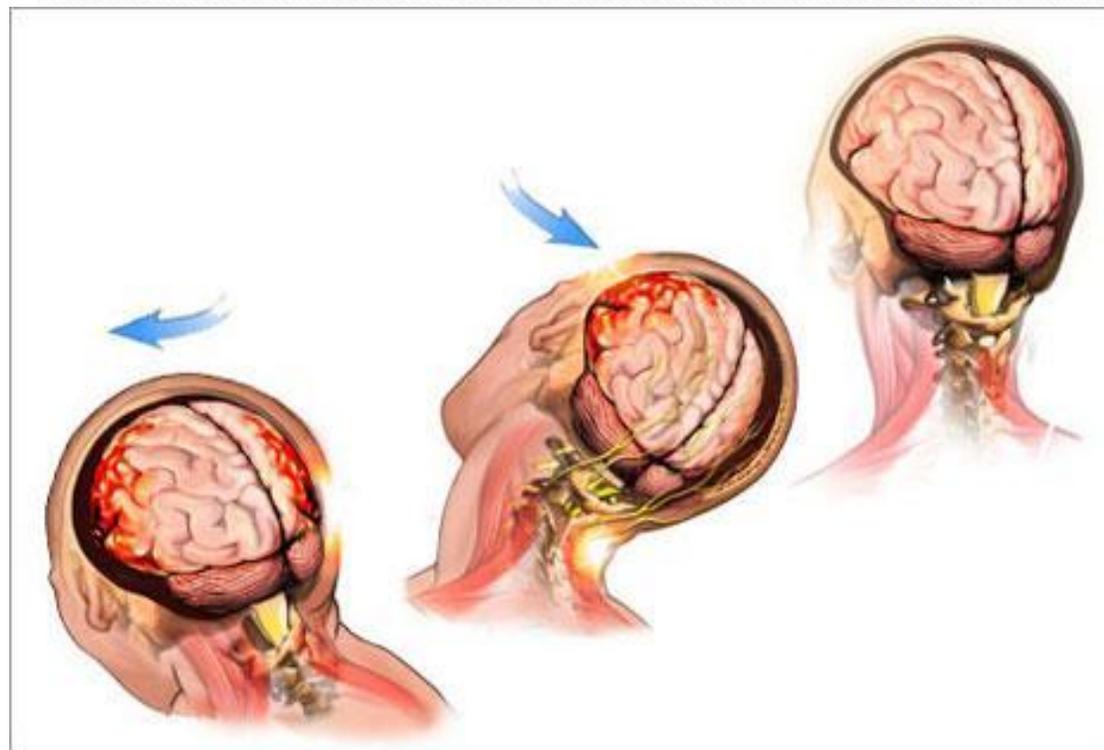
- ✓ Травмы и заболевания головного мозга
- ✓ Сдавление и дислокация ствола ГМ
- ✓ В раннем периоде после клинической смерти
- ✓ Интоксикации – опиаты, барбитураты
- ✓ Нарушения афферентной импульсации (психогенный стресс, боль, повреждение чувствительных нервов)

# Центральная ОДН: интоксикации – опиаты, барбитураты

Механизм действия  
снотворных средств



# Центральная ОДН: травмы и заболевания головного мозга



# Центральная ОДН:

Для тяжелой центральной ОДН, связанной с угнетением дыхательного центра, характерна клиническая **триада**:

1. Нарушение сознания
2. Брадипноэ
3. Тенденция к поверхностному дыханию и апноэ.



Наиболее яркий клинический симптом центральной ОДН – нарушение ритма дыхания или появление **патологических ритмов дыхания.**

Одной из форм центрогенных нарушений дыхания является потеря дыхательного автоматизма с сохраненным произвольным контролем (синдром «проклятия Ундины»).

ССНС был впервые описан в 1962 году Severinghaus и Mitchell у трех пациентов после операции на верхнем шейном отделе спинного мозга и стволе мозга .



Водяной дух Ундина говорит своему будущему мужу Гансу, с которым она только что познакомилась, что «Я буду обувью твоих ног ... Я буду дыханием твоих легких».

Ундина заключает договор со своим дядей, Королем Ундин, что, если Ганс когда-нибудь обманет ее, он умрет.

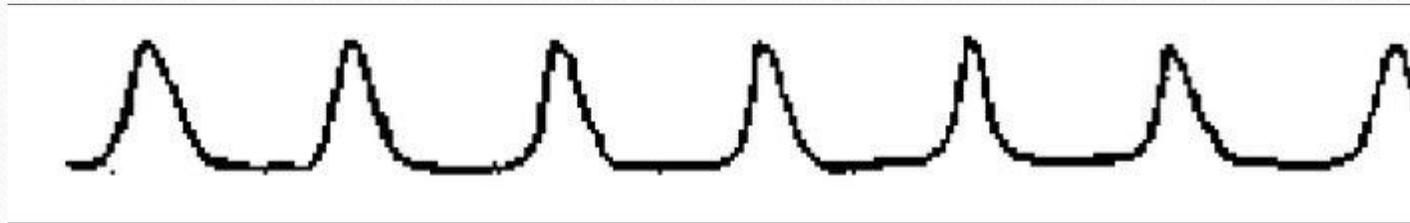
После медового месяца Ганс воссоединяется со своей первой любовью принцессой Бертой, а Ундина покидает Ганса.

При повторной встрече с Ундиной в день своей свадьбы с Бертой, Ганс говорит ей, что «все то, что мое тело когда-то делало само по себе, теперь оно делает только по особому приказу ...

Один момент невнимательности - и я забываю дышать».

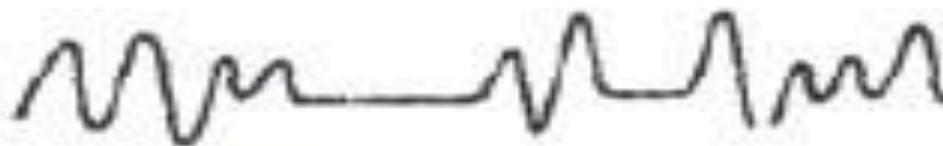
Ганс и Ундина целуются, после чего он умирает

*Гаспинг*, или терминальное редкое дыхание, которое проявляется судорожными вдохами-выдохами. Оно возникает при резкой гипоксии мозга или в период агонии.



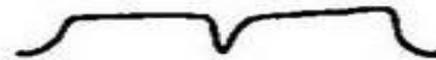
*Атактическое дыхание*, т.е. неравномерное, хаотическое, нерегулярное дыхание. Наблюдается при сохранении дыхательных нейронов продолговатого мозга, но при нарушении связи с дыхательными нейронами варолиева моста.

Атактическое  
дыхание



*Апнейстическое дыхание. Апнейзис* - нарушение процесса смены вдоха на выдох: длительный вдох, короткий выдох и снова - длительный вдох.

Апнейзис



**Дыхание типа Чейна-Стокса:** постепенно возрастает амплитуда дыхательных движений, потом сходит на нет и после паузы вновь постепенно возрастает. Возникает при нарушении работы дыхательных нейронов продолговатого мозга, часто наблюдается во время сна, а также при *гипокапнии*.

Дыхание  
Чейна-Стокса



*Дыхание Биота* проявляется в том, что между нормальными дыхательными циклами "вдох-выдох" возникают длительные паузы - до 30 с. Такое дыхание развивается при повреждении дыхательных нейронов варолиева моста, но может появиться в горных условиях во время сна в период адаптации.



При дыхательной апраксии больной не способен произвольно менять ритм и глубину дыхания, но обычный паттерн дыхания у него не нарушен. Это наблюдается при поражении нейронов лобных долей мозга.

При *нейрогенной гипервентиляции* дыхание частое и глубокое. Возникает при стрессе, физической работе, а также при нарушениях структур среднего мозга.

## 2. Нейро-мышечная ОДН

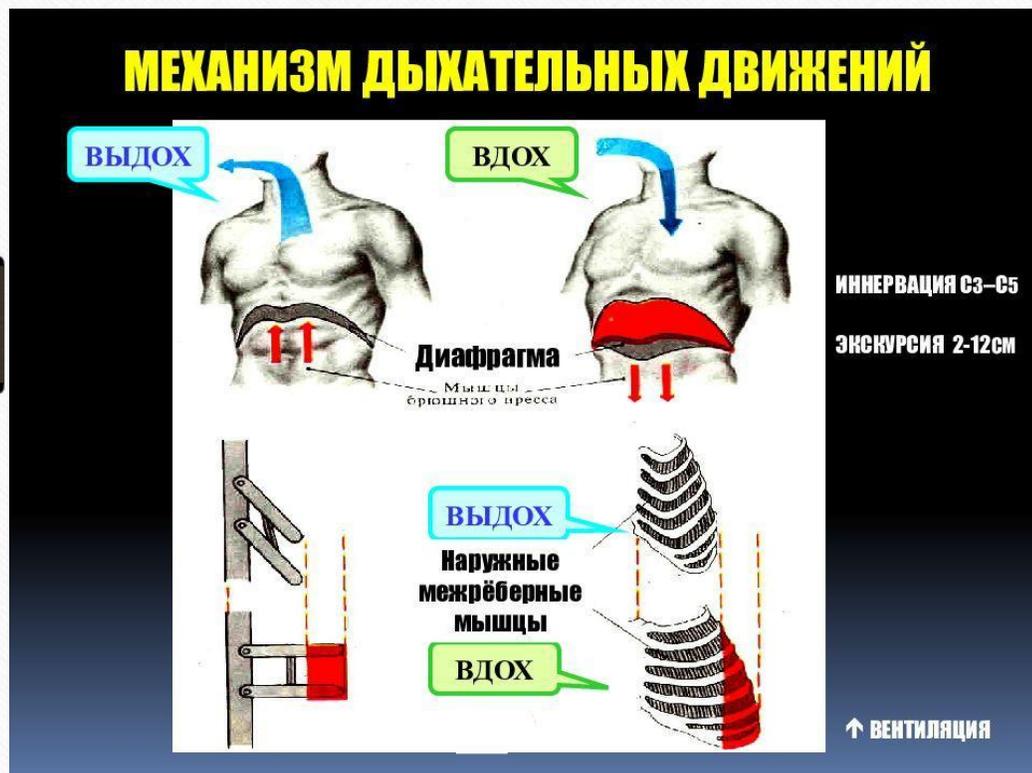
- ✓ Синдром Гийена-Барре - развитие острого вялого тетрапареза, когда быстро (в течение менее 4 недель) развивается слабость мышц конечностей и туловища.
- ✓ Тяжелая полинейропатия
- ✓ Полиомиелит, ботулизм
- ✓ Отравление нейро-мышечными ядами (ФОС)
- ✓ Миопатия, миастения
- ✓ Гипофосфатемия
- ✓ Воздействие миорелаксантов
- ✓ Перелом шейного отдела позвоночника
- ✓ Кахексия

# Нейро-мышечная ОДН

Раннее развитие гиповентиляции и гиперкапнии. Сначала выраженное тахипноэ при уменьшенном ДО

- ✓ Снижение ДО
- ✓ Возрастание ЧД
- ✓ Жалобы на одышку
- ✓ Возбуждение больного

# Нейро-мышечная ОДН



Особое место занимает повреждение

n. phrenicus, иннервирующего диафрагму: развивающаяся вторичная слабость диафрагмы, как основной дыхательной мышцы, вызывает прогрессирующую нейромышечную ОДН.

# Нейро-мышечная ОДН

## Нейромышечный блок недеполярирующие миорелаксанты

■ Нет внутренней активности  
■ Развитие блока при занятости 75% рецепторов

**мышечная клетка**

ANES-1096550-0000

Возбудители попадают в организм через большие, маленькие, или вовсе незаметные раны. Но глубокое повреждение увеличивает шансы на развитие заболевания, поскольку *C.tetani* является анаэробом.

**Clostridium tetani:**  
грам-положительная, спорообразующая палочка

Токсин продуцируется локально, затем распространяется через кровоток или вдоль нервов к ЦНС.

Моторные нейроны спинного мозга (передние рога) и ствола мозга становятся гиперактивными, так как токсин специфически атакует тормозные клетки (Клетки Реншоу)

Спазм челюстных, мимических мышц и мышцы шеи (тризм [facies Sardonius], и дисфагия часто ранние симптомы после инкубационного периода.

Общее тетаническое сокращение в поздней стадии заболевания. Пациент застывает, выгнув спину, с напряженными мышцами конечностей, и досковидным животом. Возможна остановка дыхания.

# NB!



Отдельно стоит отметить атрофию дыхательных мышц, развивающуюся при длительной ИВЛ в случае применения глубокой седации и/ или миорелаксантов, что значительно затрудняет последующее «отлучение» от ИВЛ. Истощение дыхательных мышц вследствие большой работы дыхания также на определенном этапе усугубляет течение ОДН.

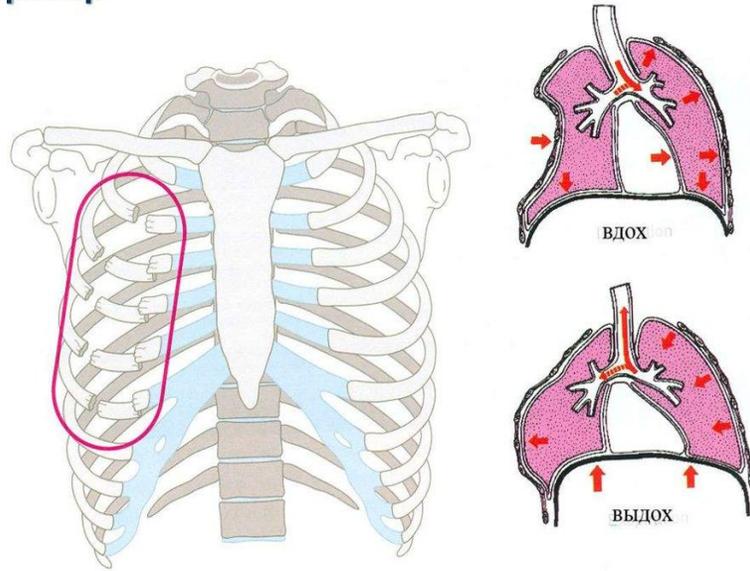
### 3. Торако-диафрагмальная ОДН

коллабирование альвеол и ограничение их  
расправления в результате сдавления легких извне:

- ✓ Множественные переломы ребре
- ✓ Пневмоторакс
- ✓ Гидроторакс
- ✓ Повышение внутрибрюшного давления
- ✓ Напряженный асцит

# Торакодиафрагмальная (париетальная) ОДН.

Окончатые (флотирующие) переломы  
ребер



ДН развивается при болевом синдроме, связанном с дыхательными движениями (травма, ранний период после операций на органах грудной клетки и верхнего этажа брюшной полости), нарушении каркасности грудной клетки (множественный "окончатый" перелом ребер по нескольким линиям, обширная торакопластика), сдавлении легкого массивным пневмо- или гидротораксом, нарушении функции диафрагмы.

# Торако-диафрагмальная ОДН

- ✓ Уменьшение ДО
- ✓ Компенсаторное увеличение ЧД
- ✓ Нарушение вентиляционно-перфузионных отношений
- ✓ Рефлекс фон Эйлера – перфузия происходит в тех участках лёгких, которые в это время вентилируются
- ✓ Мёртвое пространство – вентилируется, но не кровоснабжается
- ✓ Шунт – кровоснабжается, но не вентилируется

## 4. Обструктивная ОДН

возникает в результате острого нарушения проходимости дыхательных путей на любом уровне:

- ✓ западение языка,
- ✓ аспирация,
- ✓ инородное тело в гортани, трахее, бронхах
- ✓ опухоли с обтурацией трахеи и крупных бронхов
- ✓ воспалительный отек голосовых связок, подсвязочного пространства
- ✓ скопление мокроты в бронхах (при нарушении дренажной функции)
- ✓ острый бронхоспазм

# 4. Бронхолегочная ОДН. Обструктивная

Западение языка

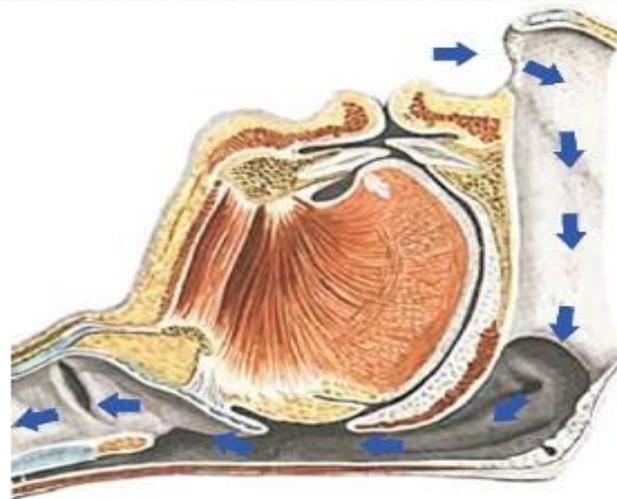


Рис. 38. Дыхательные пути  
проходимы.

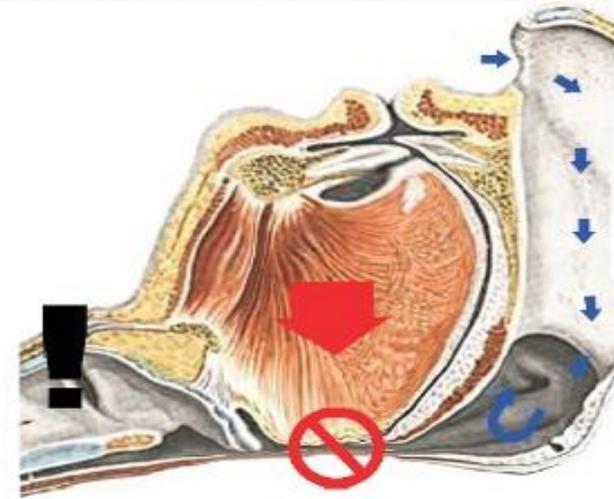


Рис. 39. Западение языка: дыхательные  
пути непроходимы.

# Патогенез обструктивной ОДН

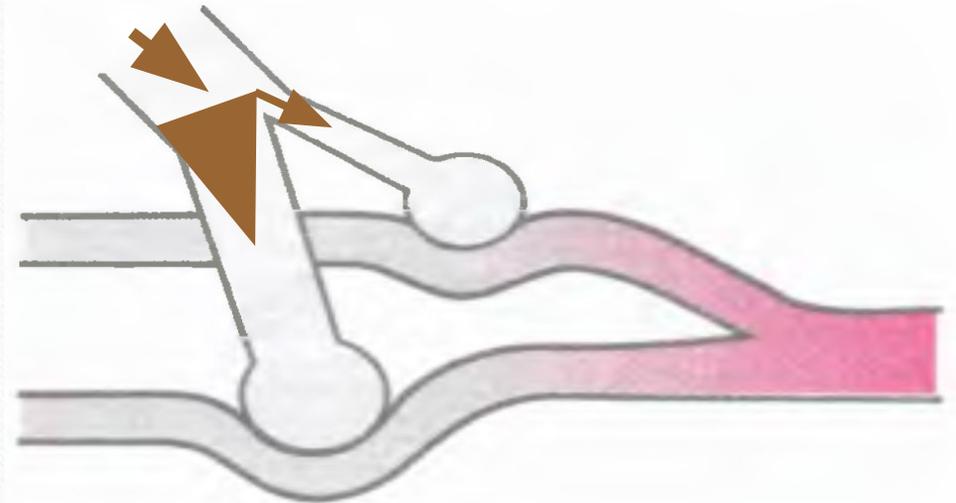
Обструкция дыхательных путей

Увеличение сопротивления дыхательных путей

Регионарная неравномерность вентиляции легких

Шунтирование крови

Увеличение работы и кислородной  
цены дыхания



# Бронхолегочная ОДН. Рестриктивная

- ✓ Острое нарушение растяжимости (податливости) легочной ткани
- ✓ Ателектазирование участков легких
- ✓ Заполнение альвеол экссудатом/транссудатом
- ✓ Утолщение альвеолярно-капиллярной мембраны

Нарушение транспорта газов  
через альвеолярно-  
капиллярную мембрану

Шунтирование крови

Гипоксемия



# Причины рестриктивной дыхательной недостаточности

Массивные пневмонии

Острый респираторный дистресс-синдром

Кардиогенный отек легких



# ОРДС

Острый респираторный дистресс-синдром – это остро развивающиеся осложнения различных, как правило, тяжелых заболеваний и травм, выражающиеся неспецифическим поражением легких и проявляющиеся клинической картиной быстро нарастающей дыхательной недостаточности, проявляющейся клиниколабораторными признаками прогрессирующего снижения легочного комплайенса, диффузии кислорода через альвеоло-капиллярную мембрану, возрастания венозно-артериального шунтирования крови, устранение которых требует применения респираторной поддержки и других методов коррекции кислородо-транспортной функции крови.

# ОКАЗЫВАЮЩИЕ ПРЯМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЕГКИЕ (ЛЕГОЧНЫЕ)

## ✓ Более частые

- ❖ Легочная инфекция (пневмония неаспирационного генеза, вирусная инфекция)
- ❖ Аспириационная пневмония

## ✓ Менее частые

- ❖ Ингаляция токсических веществ (высокие концентрации кислорода, дым, едкие химикалии – двуокись азота, соединения аммония, кадмия, хлора, фосген)
- ❖ Ушиб легкого
- ❖ Жировая эмболия
- ❖ Радиационный пневмонит
- ❖ Эмболия легочной артерии
- ❖ Утопление

## НЕ ОКАЗЫВАЮЩИЕ ПРЯМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЛЕГКИЕ (ВНЕЛЕГОЧНЫЕ)

### ✓ Более частые

- ❖ Шок любой этиологии
- ❖ Инфекция (сепсис, перитонит и т.п.)
- ❖ Тяжелая травма
- ❖ Массивные гемотрансфузии

### ✓ Менее частые

- ❖ Острый панкреатит
- ❖ Искусственное кровообращение
- ❖ Острые отравления
- ❖ Диссеминированное внутрисосудистое свертывание крови (ДВС-синдром)
- ❖ Ожоги
- ❖ Острая черепно-мозговая травма (ЧМТ)
- ❖ Уремия
- ❖ Лимфатический карциноматоз
- ❖ Эклампсия

# I стадия

- ✓ состояние средней тяжести.
- ✓ гипоксия – беспокойство, эйфория, тахипноэ, умеренная гипертензия, нередко выраженный цианоз.
- ✓ аускультативно: жесткое дыхание с небольшим количеством сухих хрипов.
- ✓ метаболический ацидоз.
- ✓ на фоне нормального сердечного выброса повышается общее периферическое и легочное сопротивление, а так же среднее давление в легочной артерии.
- ✓ на рентгенограмме – усиление легочного рисунка, мелкоочаговые тени, более выраженные на периферии.
- ✓ гипокания, гипоксемия, нередко устраняемая при ингаляции O<sub>2</sub>.
- ✓ длится от нескольких часов до суток.

## II стадия

- ✓ состояние тяжелое
- ✓ при аускультации неравномерные очаги ослабления дыхательных шумов на фоне жесткого дыхания, значительное ослабления дыхания в задне-нижних отделах, где прослушиваются единичные влажные хрипы.
- ✓ цианоз губ, кончиков пальцев нарастает, повышается бронхиальная секреция, развивается синдром экспираторного закрытия дыхательных путей и множественные эмболии мелких сосудов, катастрофически увеличивается отек легких, возникает бактериальная пневмония.
- ✓  $PO_2$  70-50 мм рт ст,  $pCO_2$  50-70 мм рт ст.
- ✓ на рентгенограмме полнокровие легких, усиление ячеистой деформации легочного рисунка, сливные тени, множественная пятнистость.  
«Воздушная бронхография» - на фоне затемнения содержащие воздух бронхи
- ✓ печень у края реберной дуги, болезненная при пальпации. Умеренное

## III стадия

- ✓ состояние крайне тяжелое.
- ✓ дальнейшее помрачение сознания
- ✓ отек легких усиливается, появляется жидкая пенистая мокрота.
- ✓ дыхание становится частым, до 30 в минуту с участием вспомогательной мускулатуры, усиливается инспираторная одышка.
- ✓ дыхание бронхиальное, жесткое, сухие хрипы в большом количестве, в отдельных участках, чаще в задне-нижних отделах. Очаги неравномерного ослабления дыхания быстро переходят в «сливные».
- ✓ АД чаще бывает повышенным, пульс – частым.
- ✓ появляются признаки нарушения периферического кровообращения: похолодание кончиков пальцев, ушей, носа и большого пальца ноги.
- ✓ отмечаются отеки нижних конечностей и кистей на фоне значительного

## IV стадия

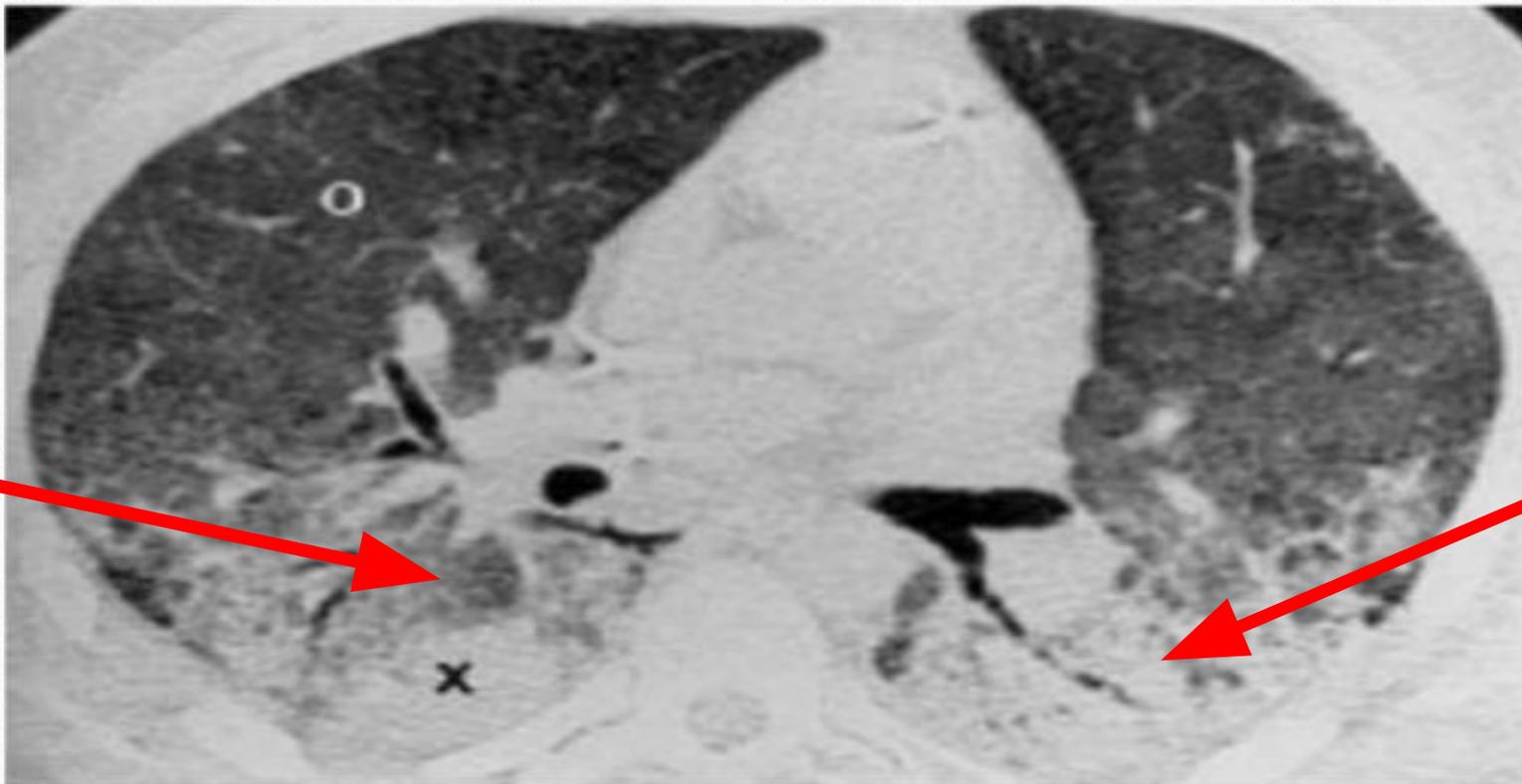
- ✓ состояние критическое, прогрессирует коматозное состояние.
- ✓ сердечная деятельность полностью дезорганизована, полная декомпенсация кровообращения.
- ✓ четкие признаки нарушения периферического кровообращения: резко выражены отеки нижних конечностей, кистей, отлогих мест, явные признаки печеночно-почечной недостаточности, нарушения метаболизма, водно-электролитного баланса, развивается полиорганная недостаточность
- ✓ дыхание можно выслушать только в передне-верхних отделах.
- ✓ при перкуссии этих участков определяется коробочный звук, в других отделах легких (нижне-задних вплоть до середины лопатки – резкое притупление).
- ✓ при аускультации – резкое ослабление легочных шумов, в большом количестве разнокалиберные хрипы, нередко можно слышать в конце выдоха

«присасывающий» шум и быструю смену дыхательных шумов и хрипов в одном и том же участке легких

На рентгенограмме – затемнение больших участков легких.  
Диафрагма теряет четкость контуров и может сливаться с  
затемненными легочными полями.

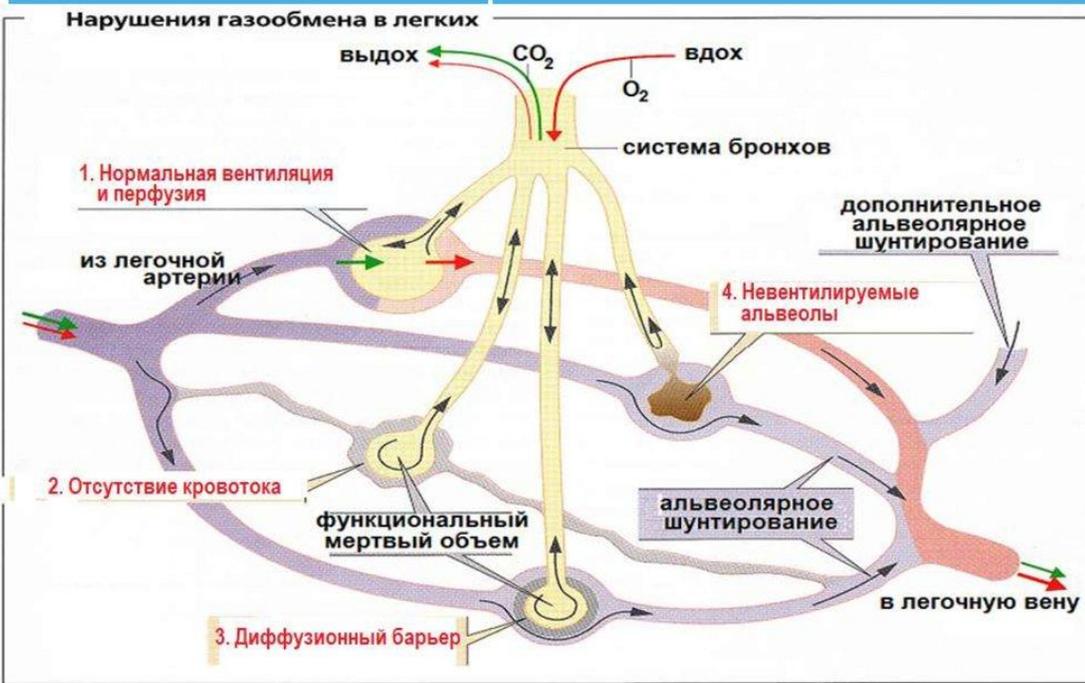


**КТ при ОРДС плотные очаги консолидации в дорсальных отделах, картина «матового стекла» в промежуточных зонах**



# 5. ОДН - ПЕРФУЗИОННАЯ

## Нарушения взаимоотношения вентиляции и кровотока

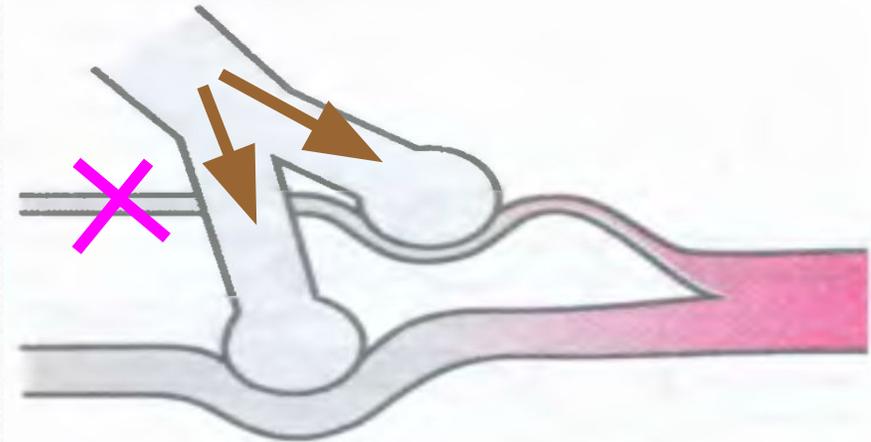


Связана с ограничением кровотока по ветвям легочной артерии и увеличением физиологического мертвого пространства.

- ✓ тромбоэмболия ветвей легочной артерии (ТЭЛА);
- ✓ выраженная гиповолемия (кровопотеря, дегидратация).

# Перфузионная ОДН

снижение поступления крови по ветвям легочной артерии и увеличение физиологического мертвого пространства



Уменьшается реальная площадь газообмена

Гипоксемия и гиперкапния

## ОДН- перфузионная:

При перфузионной ОДН происходит резкое снижение перфузируемых зон легких по отношению к вентилируемым (вентиляционно-перфузионный коэффициент  $V_A / Q > 1$ ), увеличивается физиологическое мертвое пространство, сокращается площадь реального газообмена

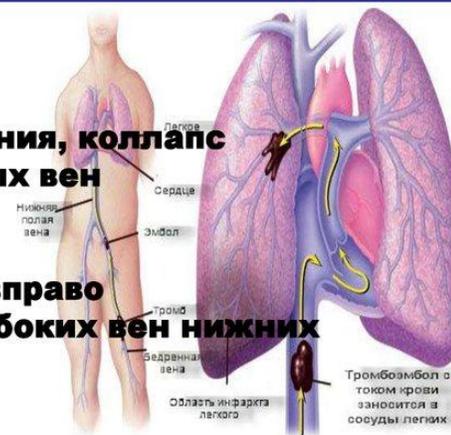
# Перфузионная ОДН ТЭЛА

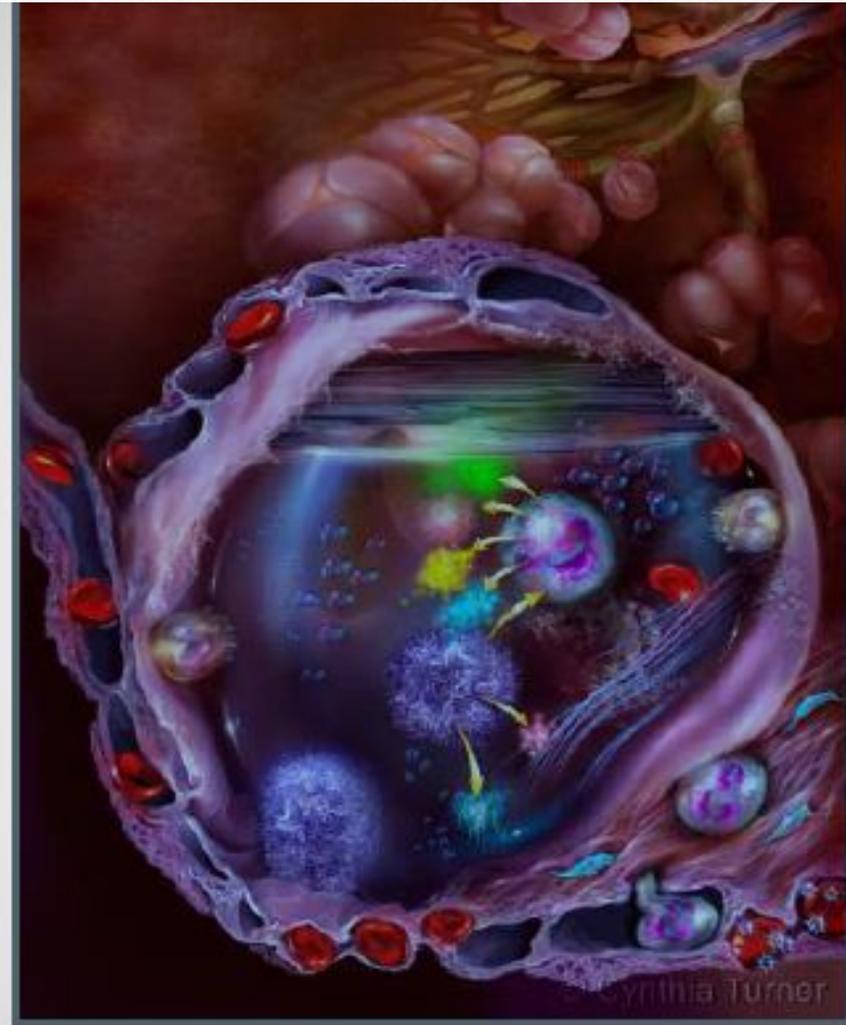
*«Да, человек смертен, но это было бы еще полбеды. Плохо то, что он иногда внезапно смертен, вот в чем фокус!»*

Из разговора Воланда с Берлиозом  
(М. Булгаков «Мастер и Маргарита»)

## Клинические признаки ТЭЛА

- **Внезапное начало**
- **Тахипноэ**
- **Тахикардия**
- **Падение артериального давления, коллапс**
- **Набухание и пульсация шейных вен**
- **Кашель**
- **Кровохарканье**
- **Расширение границы сердца вправо**
- **Явные признаки тромбоза глубоких вен нижних конечностей**





**NB!**

# ОСНОВНЫЕ СИНДРОМЫ ОДН

- ✓ **Гипоксия** -греч. ὑπό — под, внизу + греч. οξυγόνο — кислород; кислородное голодание) — пониженное содержание кислорода в организме или отдельных органах и тканях.
- ✓ **Гиперкапния** (др. -греч. ὑπερ- — чрезмерно; καπνός — дым) — состояние, вызванное избыточным количеством CO<sub>2</sub> в крови
- ✓ **Гипоксемия** αἷμα — кровь) — представляет собой понижение содержания кислорода в крови вследствие различных причин



# Клинические критерии ОДН

- ✓ частота дыхания - более 25 в 1 мин,
- ✓ усиление одышки,
- ✓ изменение характера кашля и мокроты,
- ✓ частота сердечных сокращений - более 110 в 1 мин,
- ✓ нарастание цианоза, участие в дыхании вспомогательной мускулатуры,
- ✓ нарушение уровня сознания.

# Клиника

## Гипоксия + гипокапния

- I ст.** – Изменение психики. Некоторое возбуждение, негативизм, головная боль, бессонница. Кожа холодная, бледная, влажная. Лёгкий цианоз слизистых. Повышение АД, тахикардия
- II ст.** – сознание спутано. Агрессивность. Выраженный цианоз. Участие в дыхании вспомогательных мышц. Стойкое увеличение АД, чсс. Непроизвольное мочеиспускание, дефекация.
- III ст.** – гипоксическая кома. Сознания нет. Судороги. Зрачки широкие. Кожа синяя, мраморная. Критическое снижение АД. Аритмия. Смерть.

## Гипоксия + гиперкапния

- I ст.** – Эйфория. Речь прерывистая, бессонница. Кожа горячая, гиперемия, профузный пот. Повышение АД и ЦВД, тахикардия
- II ст.** – Возбуждение. Кожа синюшно-багровая обильный пот, гиперсаливация, бронхорея. Стойкая тахикардия, увеличение АД и ЦВД.
- III ст.** – ацидотическая кома. Сознание постепенно утрачивается, карбонархоз. Зрачки сужены тах расширение. Арефлексия. Цианоз. Снижение АД. Аритмия. Смерть.

# ДИАГНОСТИКА

- ✓ Рентген грудной клетки
- ✓ Спиролграфия
- ✓ ЭКГ
- ✓ ЭхоКГ
- ✓ Анализ газового состава артериальной крови
- ✓ Вентиляционно-перфузионное сканирование
- ✓ Катетеризация камер сердца
- ✓ Измерение сатурации крови
- ✓ Определение гематокрита

# Мониторинг дыхания и диагностика ОДН:

- ✓ Клиническая картина + объективные данные
- ✓ Периодическое исследование газов крови
- ✓ Пульсоксиметрия
- ✓ Капнография
- ✓ Показатели механики дыхания
- ✓ Инструментальные методы обследования – Рентгенография

## НОРМАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ

- ✓  $PO_2$  – 80-100 мм рт. ст.
- ✓  $PCO_2$ - 38-42 мм рт. ст.
- ✓ pH – 7,36-7,44
- ✓ Гипоксемия  $PO_2 < 80$  мм рт. ст.
- ✓ Гиперкапния –  $PCO_2 > 47$  мм рт. ст.
- ✓ Гипокапния  $PCO_2 < 33$  мм рт. ст.

# Золотой стандарт диагностики ОДН: газовый анализ артериальной крови



# Золотой стандарт диагностики ОДН: газовый анализ артериальной крови



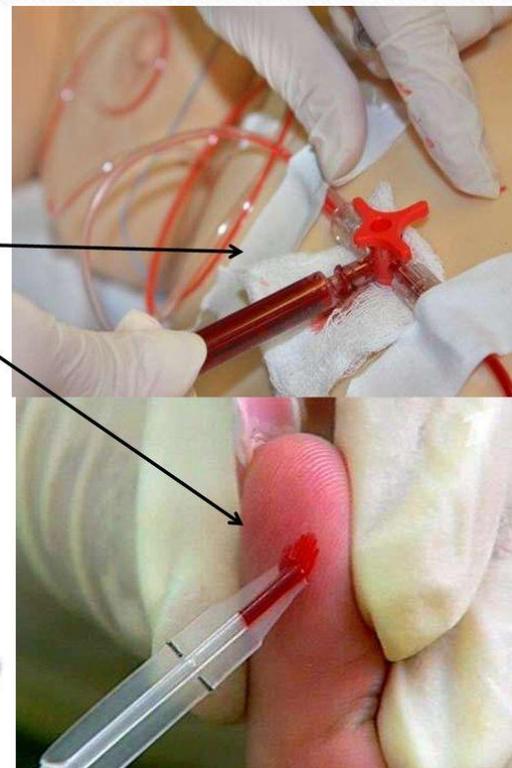
# Золотой стандарт диагностики ОДН: газовый анализ артериальной крови

Россия, Москва, ул. Пер. Гавриловский, 6/17/14, кв. 21  
 Пациент: *ФИО скрыто F18 JK 9,2*  
 Диагноз: *ARDS*

Показатель	Результат	Ед. измер.	Рефер. знач.	Кол-во
<b>Газы крови</b>				
pH	<i>7.22</i> <i>в ринг ↑</i>		7.35 - 7.45	1 (= 2)
pO <sub>2</sub>	61.0	ммHg	83 - 108	1 (= 3)
pCO <sub>2</sub>	<i>44.0</i> <i>в ринг ↓</i>	ммHg	32 - 45	1 (= 4)
<b>Оксиметрия</b>				
sO <sub>2e</sub>	90.3	%	95 - 99	1 (= 6)
FO <sub>2</sub> Hb <sub>e</sub>	87.3	%	94 - 99	1 (= 7)
FHHb <sub>e</sub>	9.4			1 (= 8)
ctHb	124.00	г/л	115 - 140	1 (= 9)
<b>Электролиты</b>				
cK <sup>+</sup>	<i>3.80</i> <i>в ринг ↓</i>	ммоль/л	3.5 - 5	1 (= 11)
cNa <sup>+</sup>	<i>149.0</i> <i>в ринг =</i>	ммоль/л	136 - 146	1 (= 12)
cCa <sup>2+</sup>	0.93	ммоль/л	1.15 - 1.29	1 (= 13)
cCl <sup>-</sup>	116.0	ммоль/л	98 - 106	1 (= 14)
cGlu	<i>12.70</i>	ммоль/л		1 (= 15)
cLac	<i>4.40</i> <i>в ринг ↓</i>	ммоль/л	0.5 - 1.6	1 (= 16)
<b>Кислородный статус</b>				
p50 <sub>e</sub>	27.4	ммHg	24 - 28	1 (= 18)
<b>Кислотно-щелочной статус</b>				
cBase(Ecf)c	<i>-9.2</i> <i>в ринг ↑</i>	ммоль/л	-3 - 2	1 (= 20)
cHCO <sub>3</sub> (Pst)e	16.5	ммоль/л	20 - 24	1 (= 21)

Аппаратура для исследования газового состава крови и варианты забора крови:

1. артериальной
2. капиллярной



# Диагностика и мониторинг ДН: пульсоксиметрия



# Мониторинг жизненно важных функций.



Рисунок 1. Забор артериальной крови из лучевой артерии для газового анализа.



Рисунок 2. Пульсоксиметр

# Плюсы и минусы пульсоксиметрии:

## ПЛЮСЫ:

- ✓ Доступный метод мониторинга
- ✓ Неинвазивное измерение насыщения артериальной крови кислородом (плюс оценка перфузии тканей)
- ✓ Измерение частоты сердечных сокращений

## МИНУСЫ:

Могут быть «погрешности» неточное измерение. В случае тяжелой степени ОДН – сатурация может не определяться.

Точность измерения **СНИЖЕНА**, если ногти пациента покрыты лаком, имеется гиперпигментация кожи, гипоперфузия, тяжелая анемия, меттемоглобинемия.

# Респираторная поддержка

Задача – поддержание  $SpO_2$  выше 90% и  
уменьшение работы дыхания

# Неинвазивная вентиляция легких



Респираторная поддержка без использования искусственных дыхательных путей (ИТ/ТС)

**Носовые канюли – самая простая и удобная система доставки  $O_2$ , создает кислородно-воздушную смесь с  $FiO_2$  24-40% при потоке 1-5 л\мин.**



# Лицевая маска



Отличается тем, что поток  $O_2$  выше 5 л\мин.

Особенно хорошо для тех, кто «дышит ртом» или при повышенной чувствительности слизистой оболочки носа.

# КАНЮЛИ И МАСКИ ДЛЯ КИСЛОРОДОТЕРАПИИ

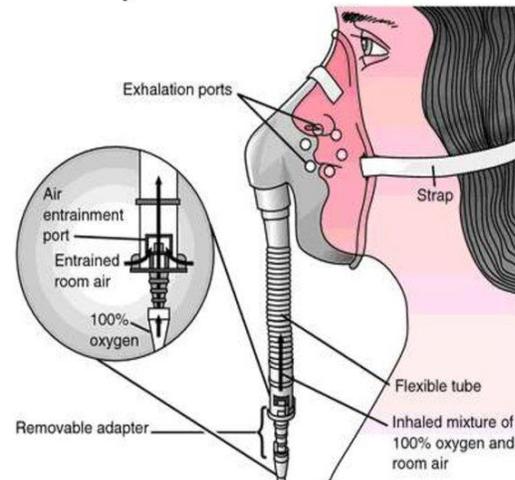


# Маска с системой Вентури

## Маска с системой Вентури

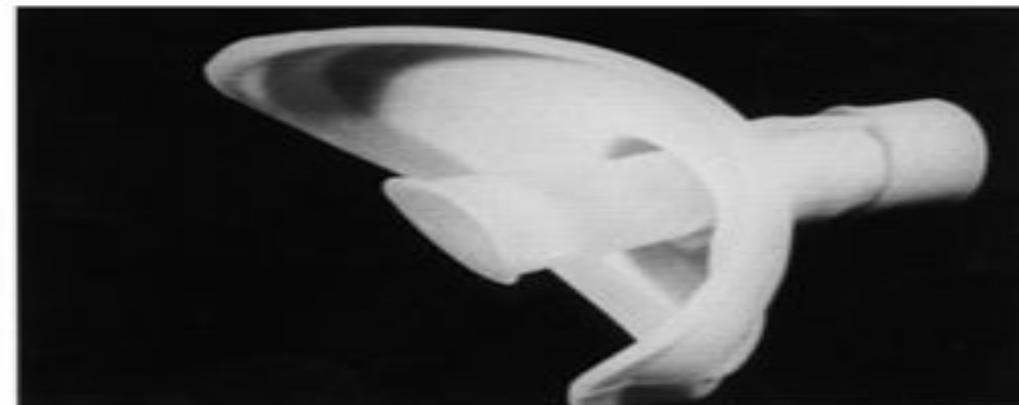
Характеристика по клапану

- Вентури 24%
- Вентури 28%
- Вентури 31%
- Вентури 35%
- Вентури 40%
- Вентури 50%



Способна довольно точно дозировать фракцию кислорода (например, 24,28, 31,35,40%) независимо от минутной вентиляции больного.

# Неинвазивная ИВЛ



# Helmet (Колпак, колокол)



*Critical Care*

# Нереверсивные маски



Используют в тяжелых случаях, когда потребность в  $FiO_2$  выше 50% при неэффективности носовых канюль и масок.

Создается герметичность (плотно прилегает к лицу) и позволяет достигать  $FiO_2$  до 90%. (но не всегда больным это удобно).

# КИСЛОРОДНЫЙ КОНЦЕНТРАТОР



## АППАРАТ ДЛЯ СРАР-ТЕРАПИИ

СРАР-терапия – лечение методом создания постоянного положительного давления в дыхательных путях



# АППАРАТ ДЛЯ ВІРАР- ТЕРАПІИ



# ПЕРКУССИОНЕ

ИППВ – это метод. респираторной **Р**терапии, при котором маленькие объемы воздуха («перкуссии») подаются пациенту с высокой регулируемой частотой и управляемым относительно низким уровнем давления через специальный открытый дыхательный контур (фазитрон).

Эффекты такого метода вентиляции: рекрутирование (вовлечение в газообмен) структур легких; мобилизация и вывод мокроты; усиление процессов диффузии; улучшение бронхиального кровотока и микроциркуляции.



# ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР АЕРОБИКА



Это вибрирующая система для очистки легких с положительным давлением на выдохе.

Этот прибор помогает отделению мокроты от стенок бронхов и облегчает откашливание.



# Лечение ОДН на догоспитальном этапе:

взято из алгоритмом оказания СМП от 2018 )

Алгоритм действий    Осмотр, оценка состояния , дыхания и гемодинамики .  
Пульсоксиметрия.    обеспечение проходимости дыхательных путей.

✓ ОДН 1 ст- Ингаляция 100% O<sub>2</sub> через носовые катетеры или через лицевую маску со скоростью 1-6 л\мин. Путь введения лекарственных препаратов – ингаляционный.

✓ ОДН 2 ст- Ингаляция 100% O<sub>2</sub> через носовые катетеры или через лицевую маску со скоростью 1-6 л\мин. Путь введения лекарственных препаратов – парентеральный.

✓ ОДН 3 ст- Надгортанные воздуховоды \ интубация трахеи \ коникотомия



**ГОСПИТАЛИЗАЦИЯ!**

## Принципы лечения ОДН:

- ✓ Этиотропная терапия, направленная на устранение причины ОДН
- ✓ Поддержание проходимости дыхательных путей
- ✓ Нормализация транспорта кислорода
- ✓ Снижение нагрузки на аппарат дыхания

# Принципы лечения ОДН в стационаре :

## ТРИ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТА:

- ✓ Поддержание проходимости дыхательных путей
- ✓ Ингаляция O<sub>2</sub>
- ✓ ИВЛ/ВВЛ

## Лечение ОДН



- ✓ Для купирования ОДН I ст. бывает достаточным проведение оксигенотерапии увлажненным кислородом. Оптимально 35 – 40% содержание кислорода во вдыхаемой смеси (3 -5л/мин).
- ✓ Наличие ОДН II - III ст. является показанием перевода больного на ИВЛ.
- ✓ При размождении лица, переломах перстневидного хряща, длительном нахождении больного на ИВЛ показано выполнение операции трахеостомии, которая значительно облегчает санацию трахеобронхиального дерева (ТБД), уменьшает рефлексогенные реакции, особенно если пациент на ИВЛ находится с частично или полностью сохраненным сознанием, оптимизирует гигиенический уход за полостью рта.

# Центральная ОДН

- ✓ Перевод на ИВЛ, лечение основного заболевания
- ✓ При интоксикации опиатами и барбитуратами – реамберин, обменный плазмаферез, налоксон

# Нервно-мышечная ОДН

- ✓ Перевод на ИВЛ, лечение основного заболевания
- ✓ При отравлении курареподобными, ФОС, миастении – антихолинэстеразные (прозерин), кортикостероиды, плазмаферез

## Париетальная, или торакодиафрагмальная ОДН

- ✓ Напряжённый пневмоторакс – пункция и дренирование во 2 межреберье по среднеключичной линии, вакуум-аспирация или дренаж по Бюлау.
- ✓ Массивный плеврит или гемоторакс – пункция и дренирование в 8-9 межреберье по заднеподмышечной линии
- ✓ Купирование болевого синдрома, противовоспалительная терапия, сердечные гликозиды, эуфиллин, по показаниям ГКС

## Обструктивная бронхо-лёгочная ОДН

- ✓ Инородные тела верхних дыхательных путей – эндоскопическое удаление инородного тела, при отсутствии возможности быстрого удаления инородного тела производится конико- или трахеостомия.
- ✓ Утопление в пресной воде – кортикостероиды, диуретики (лазикс), сердечные гликозиды, коррекция электролитного баланса (гипонатриемия, гипохлоремия, гипокальциемия) и белков плазмы крови СЗП и альбумином (гипопротеинемия), ультрагемофильтрация, лечение отека легких.
- ✓ Утопление в морской воде – санация ТБД, терапия ОССН, бронхиолоспазма. Необходимо восстановление ОЦК (инфузионная, реокорректирующая, дезагрегантная терапия)
- ✓ Ларингоспазм – при полном ларингоспазме - введение мышечных релаксантов на фоне медикаментозной седации с последующей вспомогательной вентиляцией или переводом на ИВЛ.

# Бронхиолоспазм

## Легкое и среднетяжелое обострение БА:

- ✓ сальбутамол (вентолин) до 4 ингаляций по 0,1 мг с интервалом в 30 секунд через дозированный аэрозольный ингалятор или фенотерола гидробромид + ипратропия бромид (беродуал) 2–3 мл (40–60 кап) через небулайзер в течение 15 минут;
- ✓ если приступ не купирован: будесонид (пульмикорт) 1000–2000 мкг через небулайзер в течение 10 минут или преднизолон 60 мг в/в.

# Бронхиолоспазм

## Тяжелое обострение БА:

- ✓ Оксигенотерапия
- ✓ сальбутамол (вентолин) до 4 ингаляций по 0,1 мг с интервалом в 30 секунд через дозированный аэрозольный ингалятор или фенотерола гидробромид + ипратропия бромид (беродуал) 3—4 мл (60—80 кап) через небулайзер с одновременной оксигенотерапией (кислород 40—50 об%);
- ✓ ГКС: преднизолон 90 мг в/в;
- ✓ будесонид (пульмикорт) 1000—2000 мкг через небулайзер в течение 10

# Бронхиолоспазм

## Жизнеугрожающее обострение БА:

- ✓ Оксигенотерапия
- ✓ небулайзерная терапия: фенотерола гидробромид + ипратропия бромид (беродуал) 4 мл (80 кап), затем будесонид (пульмикорт) 2000 мкг с одновременной оксигенотерапией (кислород 40—50 об%);
- ✓ ГКС: преднизолон 300 мг в/в;
- ✓ при анафилаксии: адреналин 0,1% 0,3 мл в/м 3 раза через каждые 20 минут;
- ✓ коррекция ацидоза: натрия гидрокарбонат 4% 200 мл в/в в течение 5—10 минут (при условии проведения адекватной вентиляции легких);
- ✓ устранение гемоконцентрации: раствор Рингера (или его

# Странгуляционная асфиксия

- ✓ Идеально - миорелаксанты с последующей интубацией трахеи и проведением ИВЛ.
- ✓ Возможным средством купирования судорожного синдрома могут быть 2 – 4 мл реланиума в/в на 10 -20 мл физ. раствора,
- ✓ При неэффективности возможно использование 1% раствора тиопентала натрия 200 мг.
- ✓ Оправдано введение спазмолитиков, диуретиков, раствора бикарбоната натрия.
- ✓ Введение дыхательных аналептиков при данной патологии нецелесообразно, так как они повышают потребность клеток ГМ в кислороде, что может углубить его ишемию и вызвать или усилить имеющийся судорожный синдром.
- ✓ При наличии гипоксической энцефалопатии показано проведение ГБО.

✓ Интенсивная терапия отека головного мозга

## Аспирационный пневмонит (синдром Мендельсона)

- ✓ Голову на бок
- ✓ Срочная санация ротовой полости и носоглотки, интубация трахеи, перевод на ИВЛ, аспирационная санация трахеи и бронхов.
- ✓ Проведение ИВЛ в режиме гипервентиляции (МОД – 15-20 литров) с ингаляцией 100 % кислорода в режиме ПДКВ.
- ✓ Аспирация желудочного содержимого.
- ✓ Санационная бронхоскопия.
- ✓ Симптоматическая, противоотечная и противовоспалительная терапия (эуфиллин, кортикостероиды).
- ✓ Антибактериальная терапия (особенно при аспирации на фоне кишечной

# Рестриктивная бронхолегочная ОДН

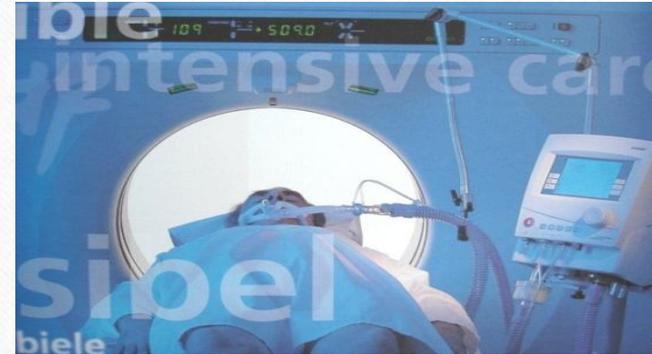
## *Долевые и субтотальные пневмонии*

- ✓ Антибиотикотерапия с учетом индивидуальной чувствительности.
- ✓ Детоксикационная терапия (реамберин 400 – 800 мл/сут, плазмаферез).
- ✓ Эуфиллин, кортикостероиды, иммуномодуляторы, бронхо- и муколитики.
- ✓ При нарастании признаков ОДН перевод больного на ИВЛ в режиме ПДКВ.

# РДСВ

- ✓ Устранение факторов повреждения, возникающих вне легких и приносимых в легочную ткань с кровью;
- ✓ Устранение факторов повреждения, возникающих в легких;
- ✓ Устранение внутрисосудистого свертывания крови и профилактика его;
- ✓ Протезирования функции дыхания – ИВЛ;
- ✓ Энергетическое обеспечение до 3000 ккал/сут;
- ✓ Коррекция водно-электролитных нарушений;

# ИВЛ



**ИВЛ - обеспечение газообмена между окружающим воздухом (или специально подобранной смесью газов) и альвеолярным пространством легких искусственным способом.**

Вспомогательная вентиляция легких (ВВЛ) - поддержание заданного (или не ниже заданного) минутного объёма вентиляции при сохраненном дыхании больного, основной задачей которой является поддержание адекватного газообмена в легких, уменьшение работы дыхания, а также облегчение перехода больного от ИВЛ к самостоятельному дыханию.

Для того, чтобы правильно лечить необходимо определить этиологию ОДН, понять основные патогенетические механизмы, правильно оценить глубину гипоксии, степень напряжения и возможности компенсаторных механизмов.

