

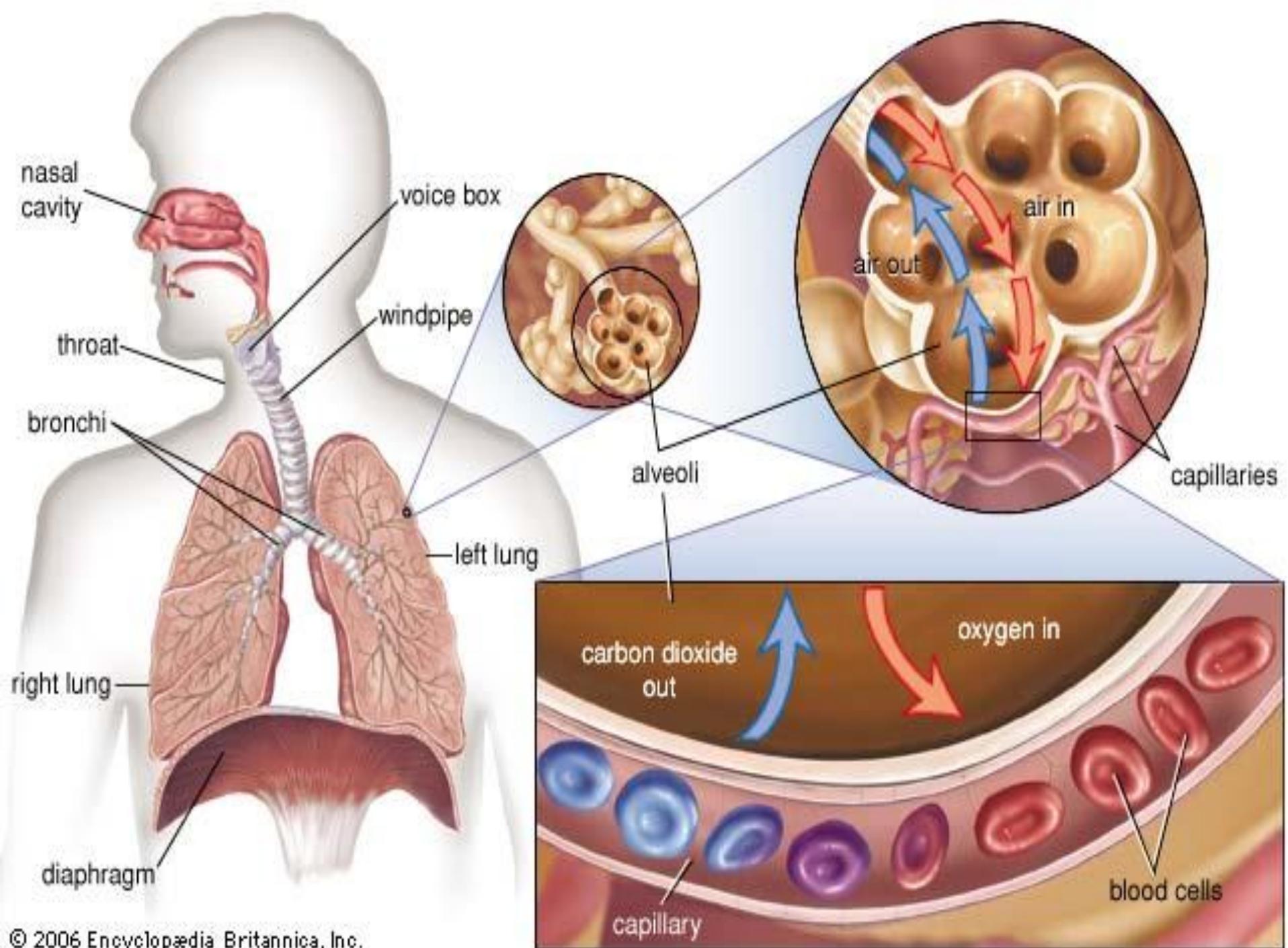


**Острая
дыхательная
недостаточность**

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.

Острая дыхательная недостаточность

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. Даже при максимальном напряжении компенсаторных механизмов не обеспечивается нормальное P_{aO_2} и P_{aCO_2} , и, соответственно, организм не обеспечивается адекватным поступлением кислорода и выведением продуктов метаболизма.

Острая дыхательная недостаточность

Различают следующие синдромы.

Гипервентиляционные:

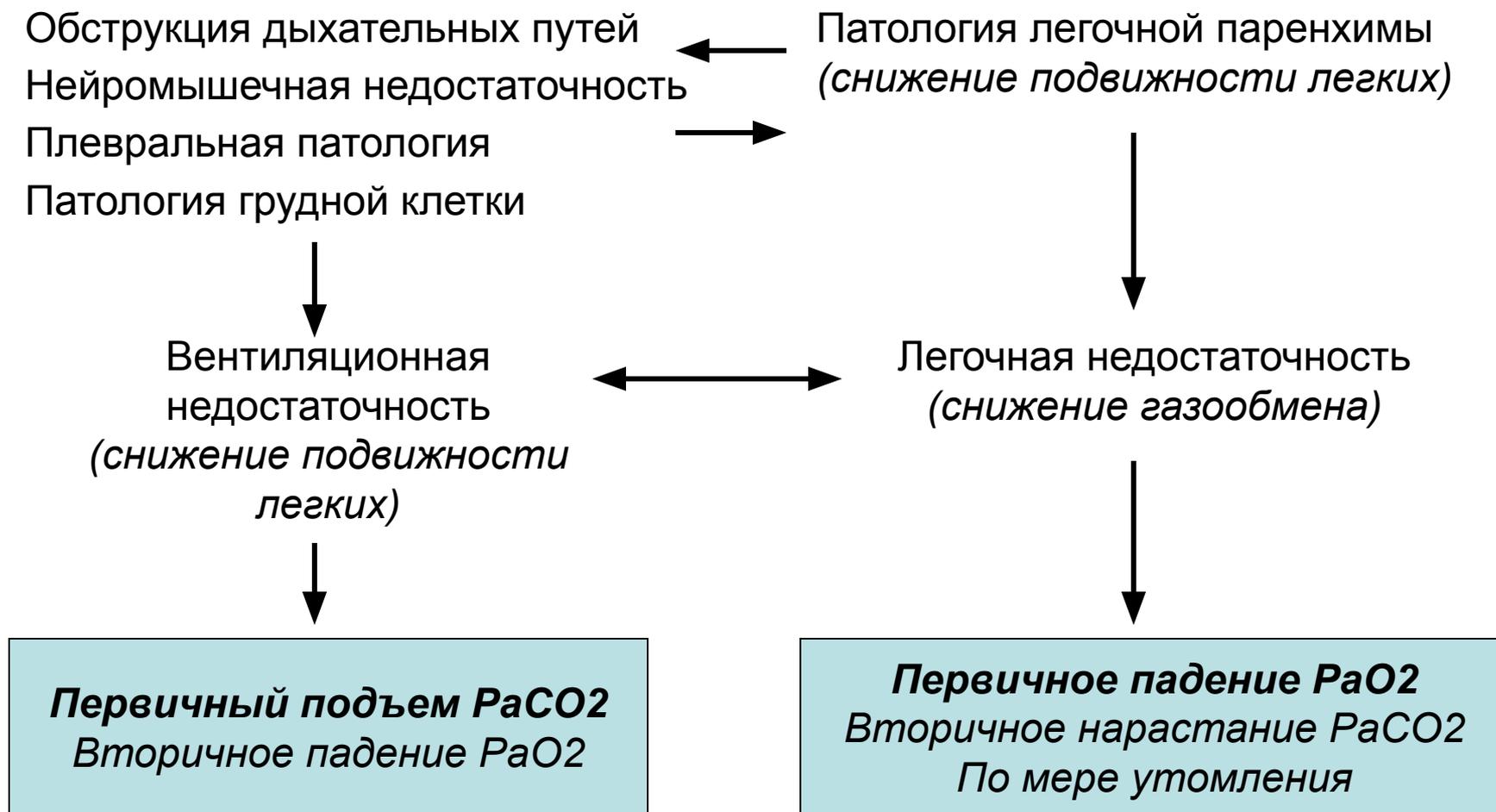
- Рестриктивная ОДН (паренхиматозное поражение легких);
- Циркуляторная ОДН (недостаточность кровообращения - шок);
- Гемическая ОДН (острая анемия – снижение кислородной емкости крови);

Гиповентиляционные:

- Истинно гиповентиляционная ОДН (нейромышечная);
- Обструктивная ОДН (обструкция НДП, ВДП);
- Рестриктивно-обструктивная (плевральная патология, патология грудной клетки и диафрагмы, ОРДС)

Острая дыхательная недостаточность

Патогенез



Острая дыхательная недостаточность

Патогенетические причины

Причины вентиляционной недостаточности:

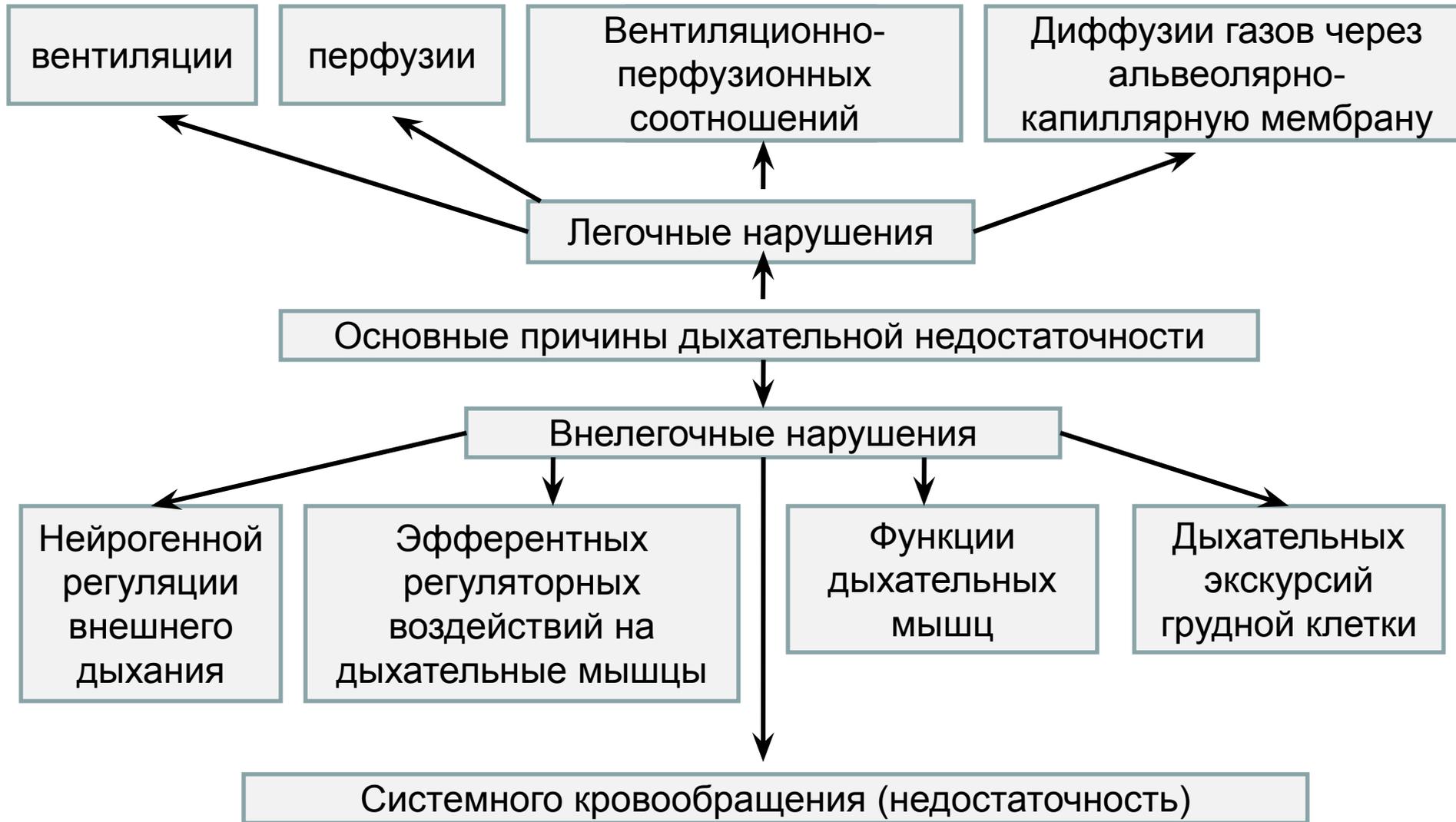
1. **Центральные:** дисфункция дыхательного центра (ЧМТ, интоксикация, опухоль ЦНС), повреждения шейного и грудного отдела спинного мозга.
2. **Периферические:**
 - А. **Нейромышечные:** нарушение нейромышечной передачи, миорелаксанты, мышечная слабость после длительной ИВЛ, полиневриты (с-м Гийена-Барре).
 - Б. **Нарушение вентиляции:** обструктивные, рестриктивные поражения (ОРДС на поздней стадии – «шоковые легкие»), травма грудной клетки (множественные переломы ребер, ушиб легких), кифолосколиоз, разрыв диафрагмы, перитонит, диафрагмальная грыжа.

Причины паренхиматозной дыхательной недостаточности:

1. Отек легких;
2. СОПЛ/ОРДС (на начальной стадии – «легкие при шоке»);
3. Пневмония;
4. Ателектаз;
5. Фиброз легких.

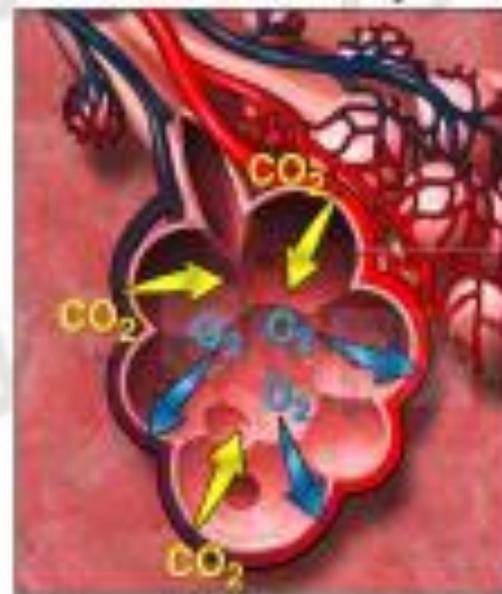
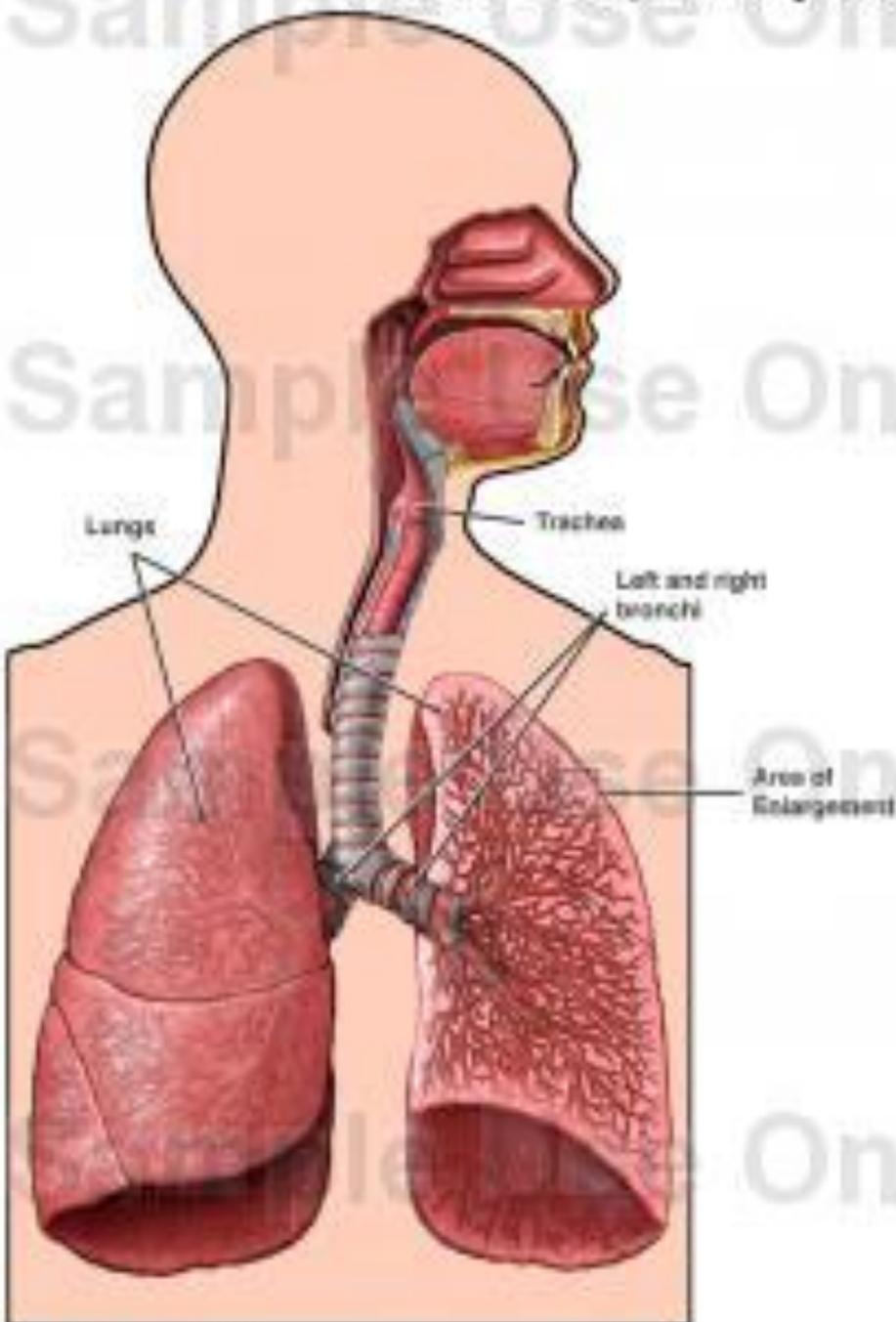
Острая дыхательная недостаточность

Патогенетические причины



Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS)

Normal Anatomy



Normal gas exchange across thin alveolar walls allowing the uptake of fresh oxygen and the release of carbon dioxide

Cut-section through Alveoli at Terminus of Bronchi

ARDS



Fluid releasing from capillaries filling the alveolar space and preventing gas exchange

Особенности органов дыхания

1. НОС:

- Относительно малые размеры;
- Узкие носовые ходы, носовое дыхание у детей до 6-9 месяцев;
- Отсутствует нижний носовой ход;
- Слизистая оболочка рыхлая, легко отекает;
- Придаточные пазухи формируются к 2 годам;
- Широкий слезно-носовой проток.

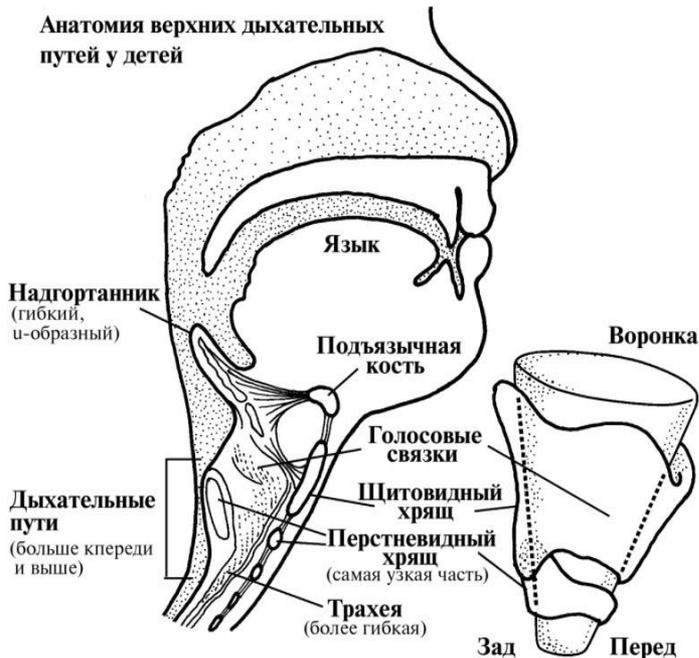
2. ГЛОТКА:

- Слабо развиты крипты и сосуды миндалин;
- Частая гиперплазия лимфоидной ткани к концу 1 года.

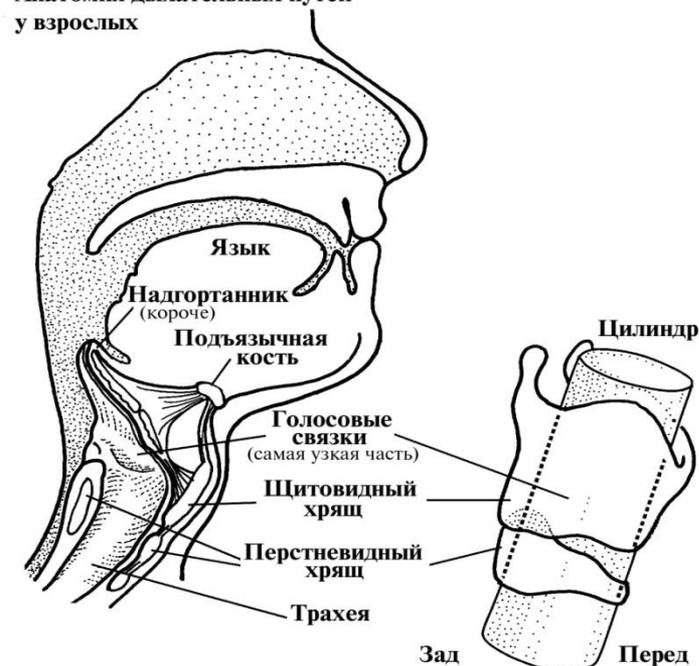
3. ГОРТАНЬ:

- Узкий просвет с сужением в подсвязочном пространстве (уровень перстневидного хряща, а у взрослых – голосовая щель);
- Интенсивно растет на 1 году жизни и в пубертате;
- Ложные голосовые связки растут от 3 до 7 лет
- Относительно большой язык, длинный надгортанник.

Анатомия верхних дыхательных путей у детей



Анатомия дыхательных путей у взрослых



Анатомо-физиологическая особенность

Особенности проведения терапии

Узкие носовые ходы

Высокий риск обструкции при скоплении слизи, отеке и введении назогастрального зонда

Большой язык. Гортань смещена в вентральном и краниальном направлении. Вход в гортань располагается на уровне C_{IV} , а не C_{VI} , как у взрослых

Переразгибание шеи в атлanto-затылочном суставе при проведении прямой ларингоскопии оказывается неэффективным

Наиболее узкая часть дыхательных путей расположена на уровне перстневидного хряща

Легкая травматизация гортани. Эндотрахеальная трубка должна точно соответствовать диаметру дыхательных путей

Короткая трахея (длина = 4-5 см)

Высокий риск интубации правого главного бронха
Слишком короткая эндотрахеальная трубка может легко сместиться из трахеи

Очень мягкие хрящи трахеи, трахея может легко спадаться под действием отрицательного давления на вдохе

Поддержание постоянного положительного давления в дыхательных путях

Нормальные значения частоты дыхания у детей в покое

Возраст	Частота дыхания (в 1 мин)
Младенец (до года)	30 – 50
Ребенок (1 – 4 года)	24 – 40
Дошкольник (4 – 6 лет)	22 – 34
Школьник (7 – 12 лет)	18 – 30
Подросток (> 12 лет)	12 – 16

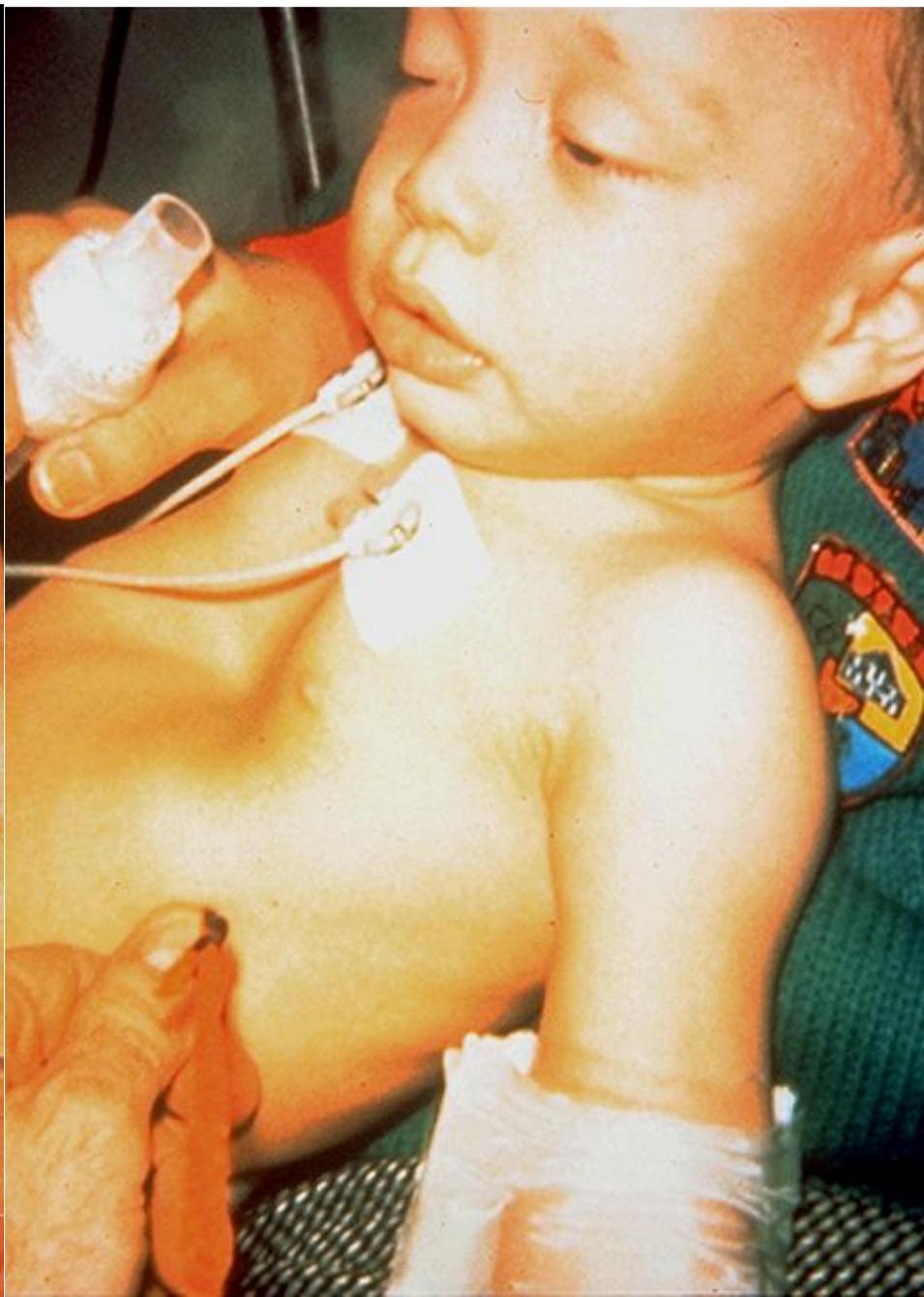
Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

- Осмотр
- Аускультация/перкуссия
- Пульсоксиметрия
- Рентгенография органов грудной полости
- Анализ газового состава артериальной или «артериализированной» капиллярной крови
- Капнография

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Осмотр

1. Частота дыхания и дыхательный объем. Увеличение ЧД и ДО ведет к гипервентиляции. Снижение ЧД/ДО – гиповентиляции;
2. Инспираторные втяжения (межреберные, надгрудинные);
3. Стридор, *инспираторный* (сужение на вдохе, ларингоспазм), *экспираторный* (инородное тело трахеи, бронхов, трахео-бронхомаляция, сдавление трахеи опухолью);
4. Свист при интраторакальной обструкции дыхательных путей;
5. «Кряхтение» при выдохе через частично закрытую голосовую щель (бронхиолит, отек легких, диффузная пневмония);
6. Тахикардия (гипоксия, гиперкапния, симпатикотония);
7. Дегидратация (одышка, гипертермия, отказ от приема жидкости);
8. Раздувание крыльев носа и участие вспомогательных мышц;
9. Изменение психического статуса от тревожности и возбуждения до сомноленции и сопора (гипоксия, гиперкапния, симпатикотония);
10. Колор слизистых оболочек, кожных покровов, ногтевых лож.



Нарушение механики дыхания

- ***Стридор*** - признак обструкции ВДП - является следствием развития турбулентности воздушного потока при прохождении через суженный вход в гортань. У младенцев стридор может быть связан с врожденными аномалиями языка (макроглоссия), гортани (ларингомалация), трахеи (трахеомалация).
- У детей более старшего возраста причинами стридора могут быть инфекции (круп или эпиглоттит), отек ВДП (аллергический, постинтубационный) или аспирация инородного тела.

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Аускультация

Цель: выявление хрипов, их структура и локализация; зоны ослабления или отсутствия дыхательных шумов.

Контроль: состояния проходимости дыхательных путей; правильность положения интубационной/трахеостомической трубки; выявления жизнеопасных нарушений дыхания (пневмоторакс, гидроторакс, гемоторакс, интубация пищевода, ателектаз, коллабирование доли или всего легкого); респираторный мониторинг.

Интерпретация: отсутствие дыхательных шумов (апноэ, инородное тело трахеи, интубация пищевода); одностороннее ослабление дыхательных шумов (гидроторакс, пневмоторакс, гемоторакс, односторонняя интубация, коллабирование легкого); сухие хрипы (бронхоспазм, вирусная пневмония); свист (бронхиальная астма); локальные влажные разнокалиберные хрипы, крепитация (очаговая патология легких); двусторонние влажные хрипы в нижних отделах (избыточное накопление внесосудистой жидкости в легких); влажные хрипы в конце вдоха (инспираторное открытие дыхательных путей).

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Аускультация:



Патологические типы дыхания

Тип дыхания	Характеристика	Причина
Дыхание Куссмауля	Глубокое шумное дыхание с периодами апноэ. Может быть учащенным, редким или иметь нормальную частоту	Диабетический кетоацидоз. Метаболический ацидоз
Дыхание Чейн-Стокса	Глубокое дыхание с периодами апноэ	Сердечная недостаточность. Отравления. Уремия. Двустороннее поражение полушарий или промежуточного мозга
Дыхание Биота (атаксическое дыхание)	Аритмичное дыхание с короткими периодами апноэ. Может быть поверхностным и глубоким	Отравления. Поражение ствола мозга (продолговатого мозга)

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Пульсоксиметрия (SpO₂)

Цель: определить уровень насыщения гемоглобина кислородом, позволяющий обеспечить адекватный транспорт кислорода.

Неинвазивный метод контроля за насыщением артериальной крови кислородом и плетизмографии. Стандарт безопасности и мониторинга в анестезиологии и интенсивной терапии. Спектрофотографический метод основан на различном поглощении света оксигенированным и восстановленным гемоглобином. Отделяется артериальная компонента сигнала от венозной, капиллярной, тканевой при построении плетизмографии.

Интерпретация: 97 – 100% (норма), но допускается снижение до 88%.

Точность измерения снижена, если ногти пациента покрыты лаком, имеется гиперпигментация кожи, гипоперфузия, аритмия, тяжелая анемия, метгемоглобинемия, метиленовый синий.

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности



<http://osd.prom.ua>

board.com.ua

Степень выраженности респираторного дистресса - наличие парадоксального пульса (выпадение пульса)

- Когда чрезмерное отрицательное внутригрудное давление связано с повышенной работой дыхания, возрастает венозный возврат к сердцу, и выброс из левого желудочка может нарушиться. Это приводит к появлению парадоксального пульса (разница систолического АД, измеренного при вдохе и выдохе более 20 мм рт. ст. ощущается как ослабление пульса на высоте вдоха).

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Анализ газового состава артериальной или
«артериализированной» капиллярной крови

FiO₂ – инспираторная фракция кислорода (21 %);

p_AO₂ – парциальное давление кислорода в альвеолах (> 100 мм рт.ст.);

p_aO₂ – парциальное давление кислорода в крови (> 70 мм рт.ст.);

p_{A-a}O₂ – альвеолярно-артериальная разница по кислороду (< 10 мм рт.ст.);

p_aO₂/FiO₂ – респираторный индекс (оксигенации) в норме от 350 до 500.

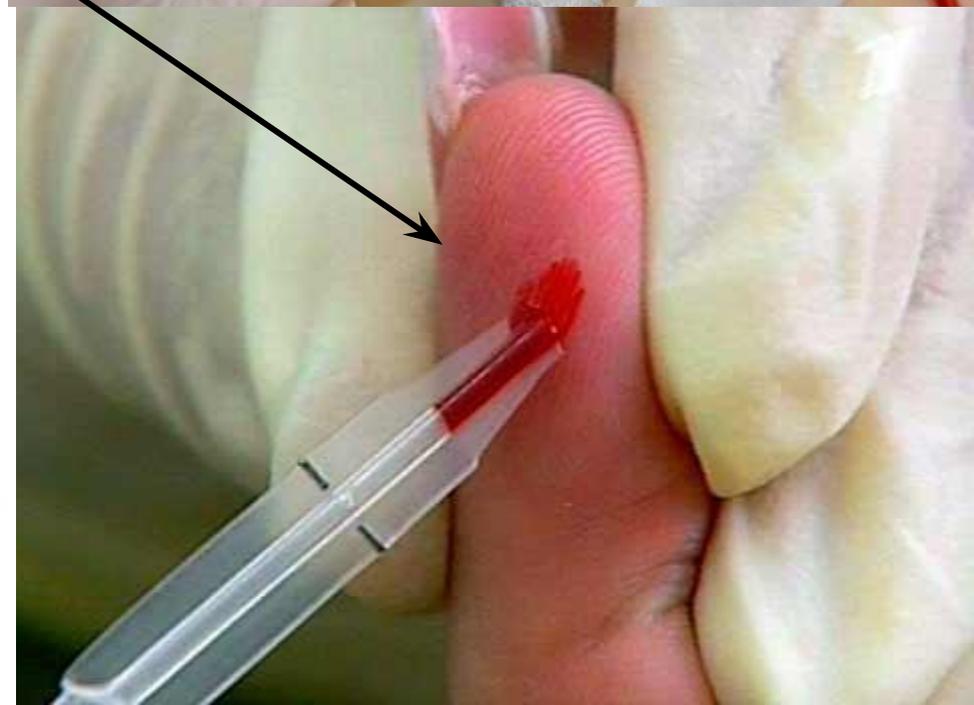
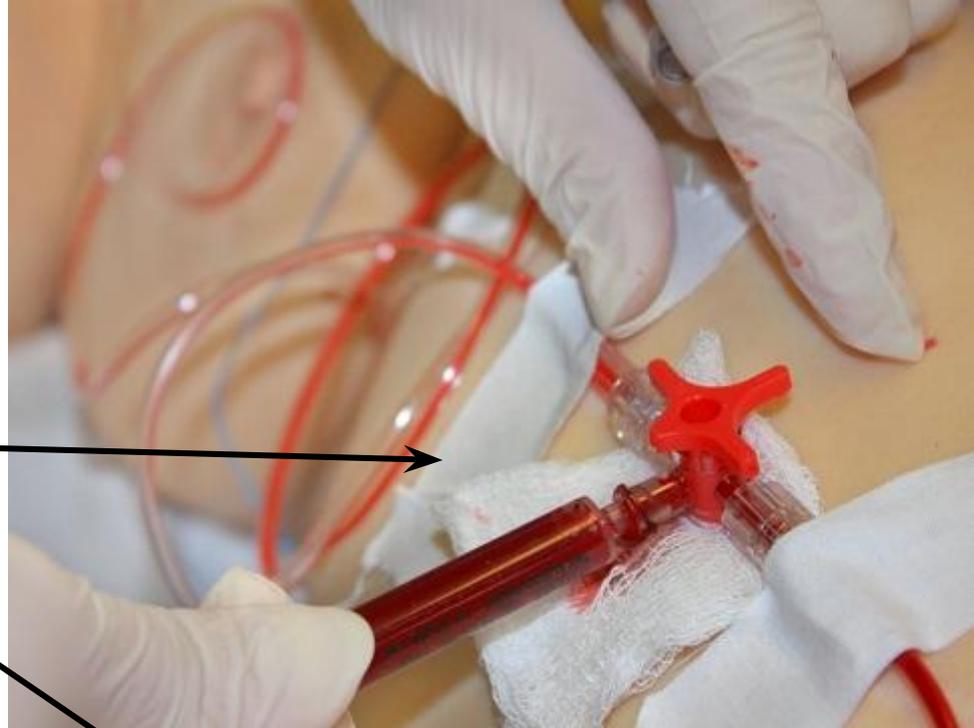
Снижение менее 300 - признаки течения ОРДС, менее 200 – острое повреждение легких, показания к началу ИВЛ;

p_aCO₂ – парциальное давление углекислого газа в крови (35-45 мм рт.ст.). > 45 гиперкапния (гиповентиляция), 35 < гипокапния (гипервентиляция);

SO₂ - насыщением гемоглобина кислородом (сатурация) (> 90 %) недостаточный % O₂ в смеси (гиповентиляция), низкое пиковое давление при ИВЛ из-за отека альвеолярно-капиллярной мембраны;

Аппаратура для исследования газового состава крови и варианты забора крови:

1. артериальной
2. капиллярной



Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Рентгенография органов грудной полости

«Симптом шпилья» – сужение в подскладочном пространстве, увеличивающееся на вдохе при ложном крупе;

Очаги (зоны) гиповентиляции при астматическом статусе;

Уровень жидкости в плевральной полости, отсутствие свободного синуса при гидрогемотораксе, серозном /гнойном плеврите (пневмонии, коллагенозы, панкреатит);

Очаговые и лобарные изменения в легких при бактериальной пневмонии;

Двусторонние пластинчатые инфильтраты с участками перераздутых легких и уплощенной диафрагмой при вирусной пневмонии;

Затенение сегментов, доли легкого (у детей чаще верхней) при возникновении ателектаза на фоне обструкции (бронхиты, инородное тело), после анестезии (гиповентиляция);

Участки уплотнения в обоих легочных полях в форме «бабочки» с относительно чистыми периферическими полями при альвеолярном отеке легких;

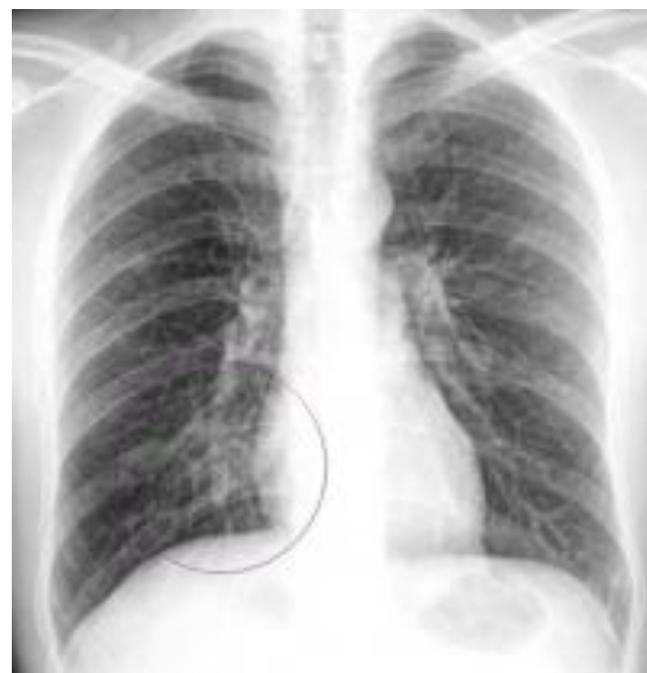
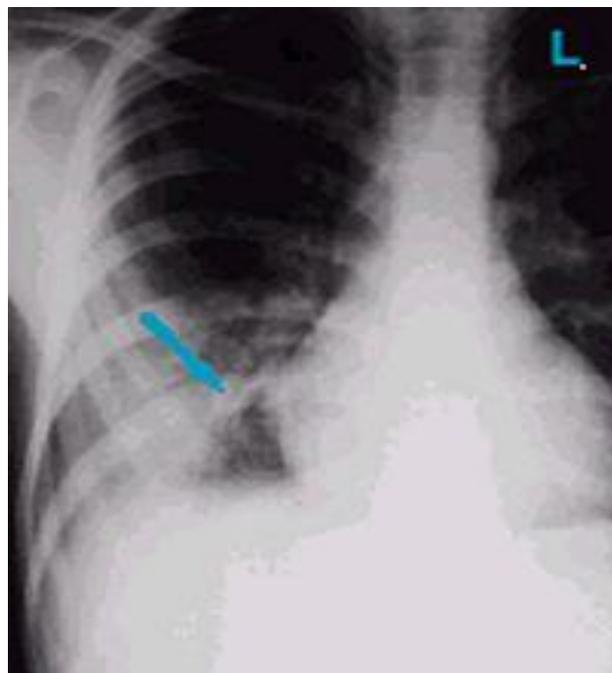
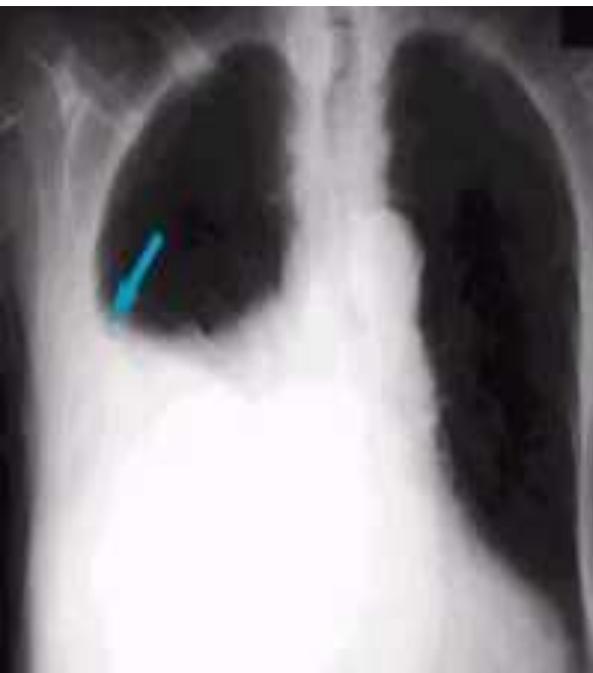
Снижение прозрачности легочных полей с усилением бронховаскулярного рисунка корней легких и признаками плеврального выпота при отеке легких;

Резкое снижение прозрачности легочных полей (диффузный отек и уплотнение легочной паренхимы) с наличием множественных хлопьевидных теней («снежная буря») – ОРДС;

Двусторонние диффузные инфильтраты, «снежная буря» - аспирационный пневмонит;

Диффузные двусторонние затемнения в средних и нижних отделах – интерстициальная пневмония.

Рентгенография органов грудной полости





- Признаки плеврита, на 3-и сутки после операции удаления камня из мочеточника (люмботомия).



П

- Боковая проекция справа



- После проведения плевральной пункции

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Компьютерная томография легких и средостения

Это метод послойного рентгенологического обследования, основанный на компьютерной реконструкции изображений, получаемых при круговом сканировании объекта узким пучком рентгеновского излучения. Исследование занимает несколько минут. Компьютерная томография может быть выполнена как в «легочном» режиме, так и в режиме изучения органов средостения. В «легочном» режиме на томограммах четко определяется расположение междолевых щелей и меж-сегментарных перегородок, состояние главных, долевых и сегментарных бронхов, различных калибров легочных сосудов.

При исследовании средостения на фоне жировой клетчатки, хорошо видны трахея, сердце с его камерами, восходящая и нисходящая части аорты, верхняя полая вена, отделы общего ствола и крупных ветвей легочной артерии, а также внутригрудные лимфатические узлы.

Признаки пневмоторакса слева



Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Магнитно-резонансная томография

не оказывает радиационного воздействия на организм, поэтому может применяться для динамического наблюдения за ходом лечения.

позволяет точно поставить диагноз при наличии таких неспецифических симптомов, как кашель и различные затруднения дыхания, уточнить характер и размер патологических очагов в легочной ткани. Исследование очень ценно для выявления врожденных и приобретенных пороков развития легких.

При наличии инфекционных заболеваний легких, проведение магнитно-резонансной томографии позволяет вовремя выявить признаки инфекционной деструкции (абсцесса легких), наличие паразитарных кист, легочные проявления диффузных болезней соединительной ткани и иных системных заболеваний.

Диагностика и мониторинг дыхательной недостаточности

Капнография ($p_{et}CO_2$)

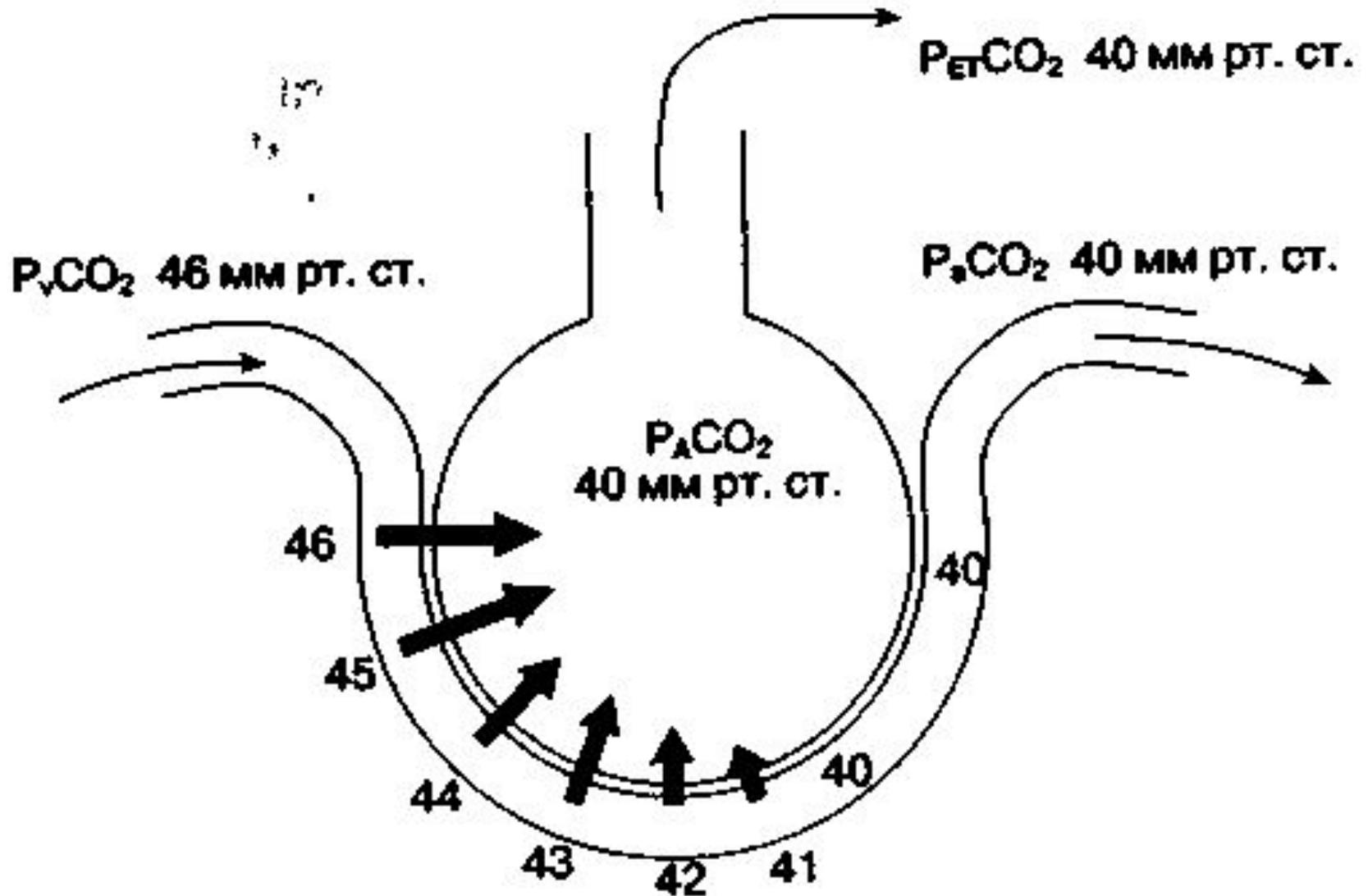
Цель: Оценка качества альвеолярной вентиляции, мертвого пространства и содержания углекислого газа в альвеолярном газе.

Показания: контроль за состоянием проходимости дыхательных путей, эффективность СЛР, правильность стояния интубационной трубки, контроль респираторной поддержки, диагностика эмболий легочной артерии, не прямой маркер сердечного выброса.

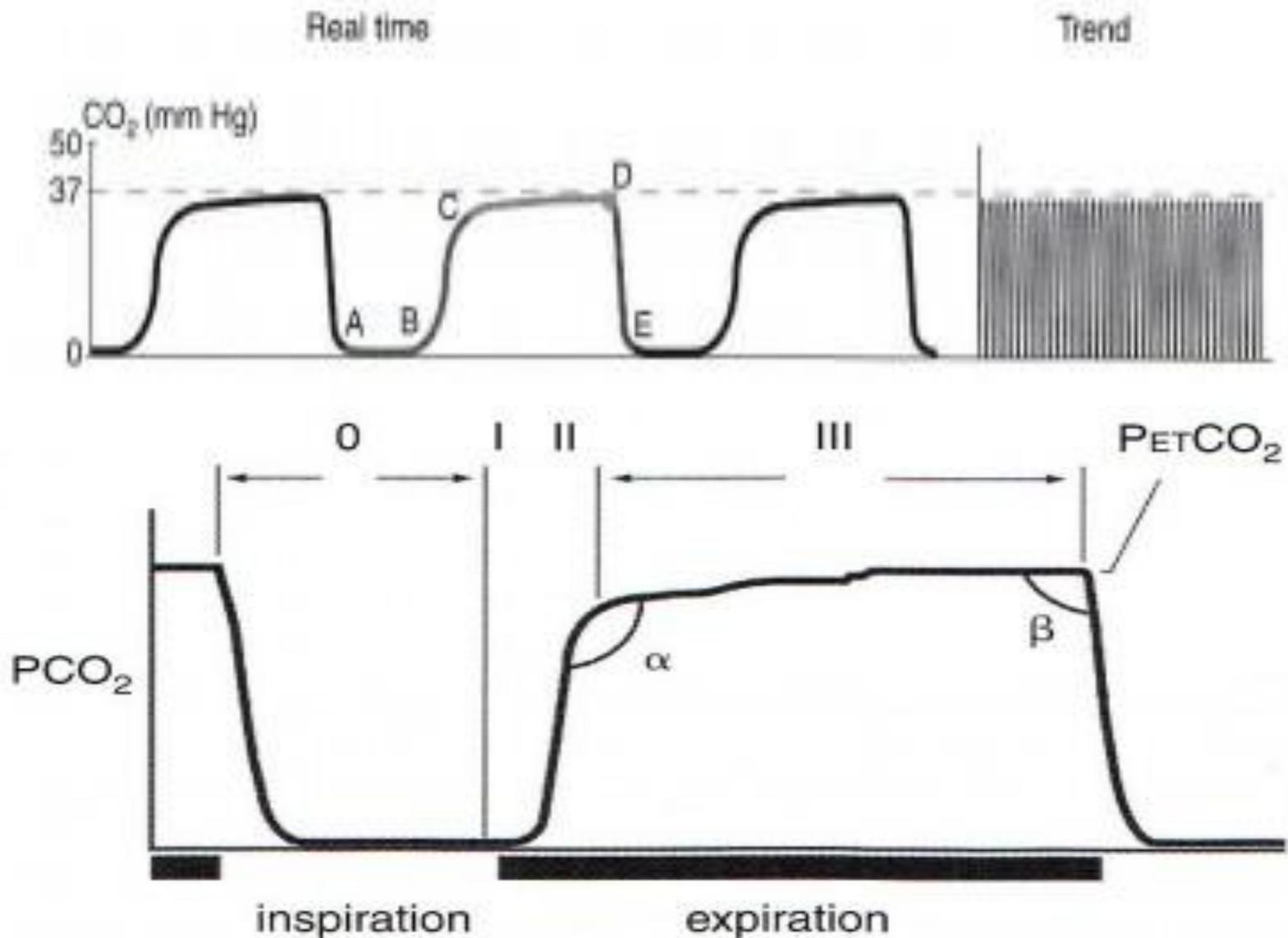
Определение концентрации CO_2 в выдыхаемом воздухе с графическим изображением его выделения легкими во времени. Отражает скорость поступления CO_2 из кровотока в альвеолы и скорость «вымывания» его оттуда, т.е. соотношение вентиляция/перфузия (V_a/Q).

Интерпретация: $p_{et}CO_2$ 35-45 мм рт.ст. (норма); внезапное снижение до нуля (экстубация, остановка дыхания, отсоединение дыхательного контура); внезапное снижение до низких значений (обструкция дыхательных путей, утечка в дыхательном контуре); постепенное снижение до низких значений (гипотензия, легочная гипотензия – воздушная, жировая, тромбоэмболия, ОРДС, смерть мозга);

Физиологическое удаление CO₂



Капнограмма в норме



Немного из истории

- **Парацельс**, (1493 -1541), в 1530 г. спас своего больного с асфиксией раздуванием легких каминными кожаными мехами через специальный ротовой воздуховод.
- «респиратор» - этот термин был введен английским священником **Стивеном Гейлзом** (Hales, Stephen, 1667-1761), который создал один из первых респираторов по принципу вдувания.
- В 1775 г. выдающийся английский анатом и хирург **Джон Хантер** (John Hunter, 1728-1793) предложил для ИВЛ воздухом у людей двойной мех с ограничительными клапанами.
- нью-йоркский доктор **Джозефе О'Двайере** (Joseph O'Dwyer, 1841-1898), разработавшем металлическую трубку с оливообразным коническим концом для интубации трахеи у детей при дифтерии. Конец трубки интимно прилегал к стенкам трахеи и тем самым позволял раздувать легкие во избежание их коллапса. Трубка О'Двайера позволяла осуществлять «искусственное дыхание», не прибегая к трахеотомии. Она вводилась в трахею вслепую под контролем пальца без предварительного обезболивания.
- парижский хирург Дуайен (Duayen) в 1893 г. впервые начал пользоваться при интубации трахеи особым инструментом – аутоскопом (примитивный ларингоскоп), вводя в голосовую щель гуттаперчевую трубку под контролем зрения.

Принципы интенсивной терапии ОДН

- Сначала неотложная помощь, потом диагностика и плановая терапия.
- Комплексное лечение ОДН.
- Определение и устранение главных физиологических механизмов ОДН как основа ее лечения.
- Лечение нозологической формы болезни - гарантия успеха в реабилитации больных и профилактике ОДН.
- Общетерапевтический уход.

Принципы интенсивной терапии ОДН

Стандартный комплекс неотложной ИТ включает
3 компонента:

- восстановление проходимости дыхательных путей;
- ИВЛ;
- ингаляция кислорода.

Причинами нарушения проходимости
дыхательных путей являются:

- обструкция на уровне рта, глотки и гортани;
- обструкция на уровне трахеи и крупных бронхов;
- обструкция периферических дыхательных путей.

Принципы интенсивной терапии ОДН

К методам устранения обструкции относятся:

тройной прием,

введение воздуховодов,

интубация трахеи,

коникотомия,

крикотиреотомия,

трахеостомия,

удаление инородных тел,

противовоспалительная терапия,

противоотечная терапия,

спазмолитическая терапия.

Обеспечение проходимости дыхательных путей



При этом язык перестает закрывать заднюю часть дыхательного горла, пропуская воздух в легкие.

Принципы интенсивной терапии ОДН

Тройной прием состоит в разгибании головы, выдвигании нижней челюсти вместе с корнем языка. Визуальный и пальцевой осмотр ротоглотки для исключения инородного тела. Вдувание воздуха в рот и нос. Введение ротовых/назальных воздуховодов позволяет поддержать проходимость на уровне глотки, т.к. препятствует западению языка.

Положительный результат – удовлетворительный подъем грудной клетки (экскурсия) с исчезновением цианоза, бледности слизистых оболочек и кожных покровов, проведение дыхательных шумов по полям, восстановление спонтанного дыхания при исходном апноэ/брадипноэ.

Сомнительный результат – удовлетворительные экскурсия грудной клетки и проведение дыхательных шумов по полям, с сохранением бледности слизистых оболочек и кожных покровов при спонтанном дыхании требует оксигенации.

Отрицательный результат – отсутствие экскурсии грудной клетки и проведения дыхательных шумов по полям, сохранение цианоза слизистых оболочек и кожных покровов требует выполнения интубации трахеи, либо трахесотомии, либо коникотомии, либо крикотиреотомии.

ОБСТРУКЦИЯ ДП ИНОРОДНЫМ ТЕЛОМ

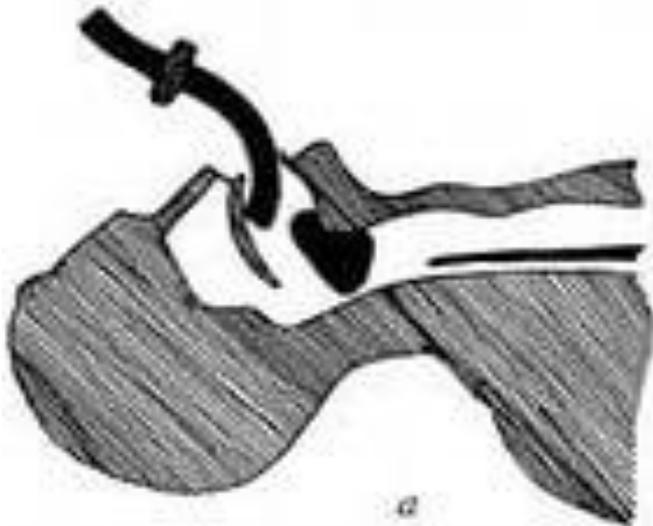
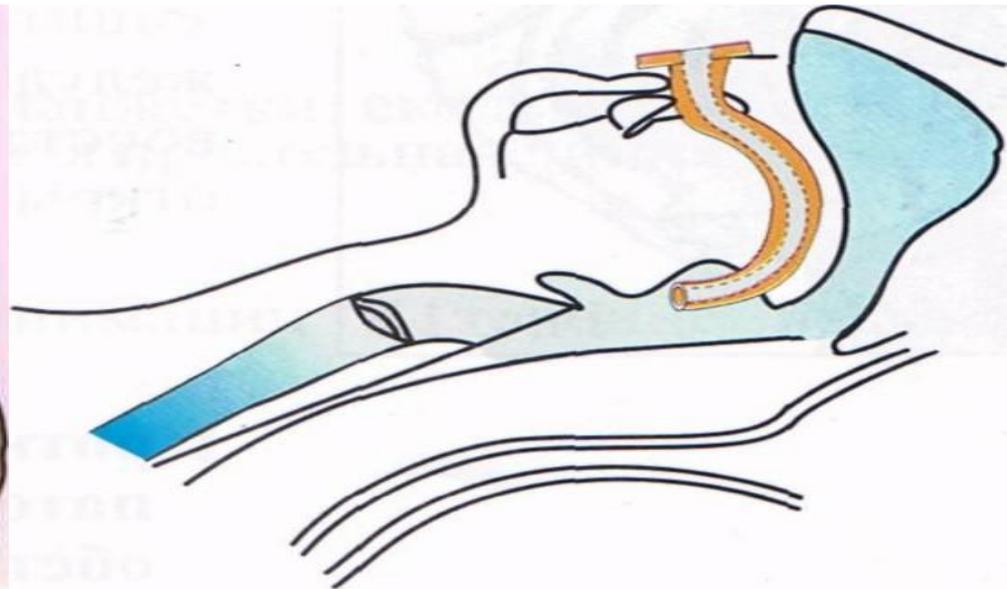
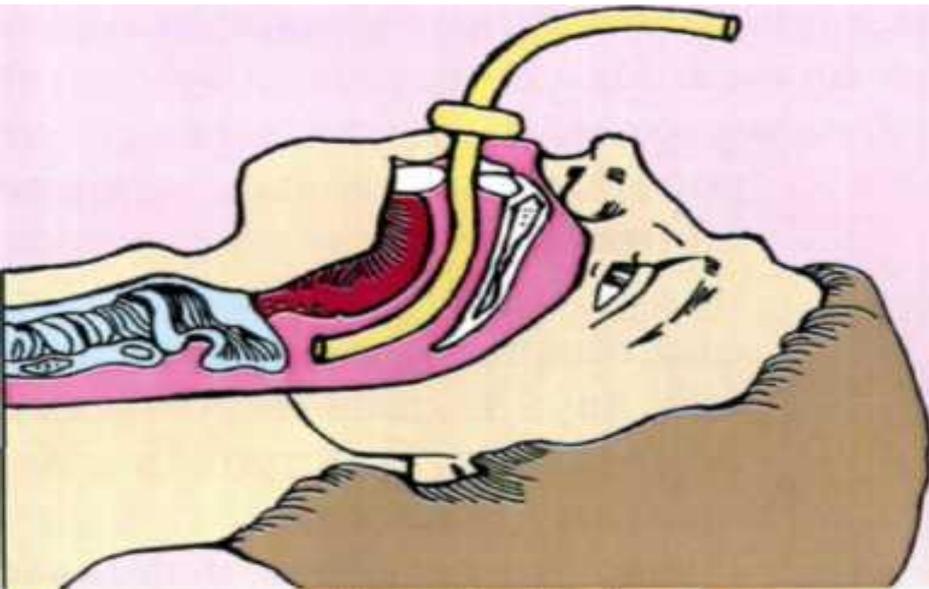
Ребенок без сознания прием Геймлиха



Эпигастральные толчки

Положить пострадавшего на спину. Сядьте верхом на бедра пострадавшего, лицом к голове. Положив одну руку на другую, поместите основание ладони нижней руки между пупком и реберными дугами (в эпигастральную область живота). Используя вес своего тела, энергично надавите на живот пострадавшего в направлении вверх к диафрагме. Голова пострадавшего не должна быть повернута в сторону. Повторите несколько раз, пока дыхательные пути не освободятся.

Введение воздуховодов



Принципы интенсивной терапии ОДН

Интубация трахеи и трахеостомия.

- Оптимальный способ обеспечения проходимости дыхательных путей, которым должен владеть каждый врач приемного отделения, — интубация трахеи.
 - 1) Оротрахеальная интубация** — метод выбора. Если не исключена травма шейного отдела позвоночника, оротрахеальную интубацию проводят вдвоем. Чтобы шея не сгибалась и не разгибалась, осуществляют тракцию за голову по осевой линии, одновременно фиксируя плечи. Если позволяет время, перед интубацией проводят прикроватную рентгенографию (снимок всех семи шейных позвонков в боковой проекции).
 - 2) Назотрахеальная интубация** иногда предпочтительна при травмах позвоночника, но противопоказана при остановке дыхания и обширных повреждениях лица.
 - 3) Если интубация трахеи противопоказана, прибегают к хирургическим методам** обеспечения проходимости дыхательных путей.

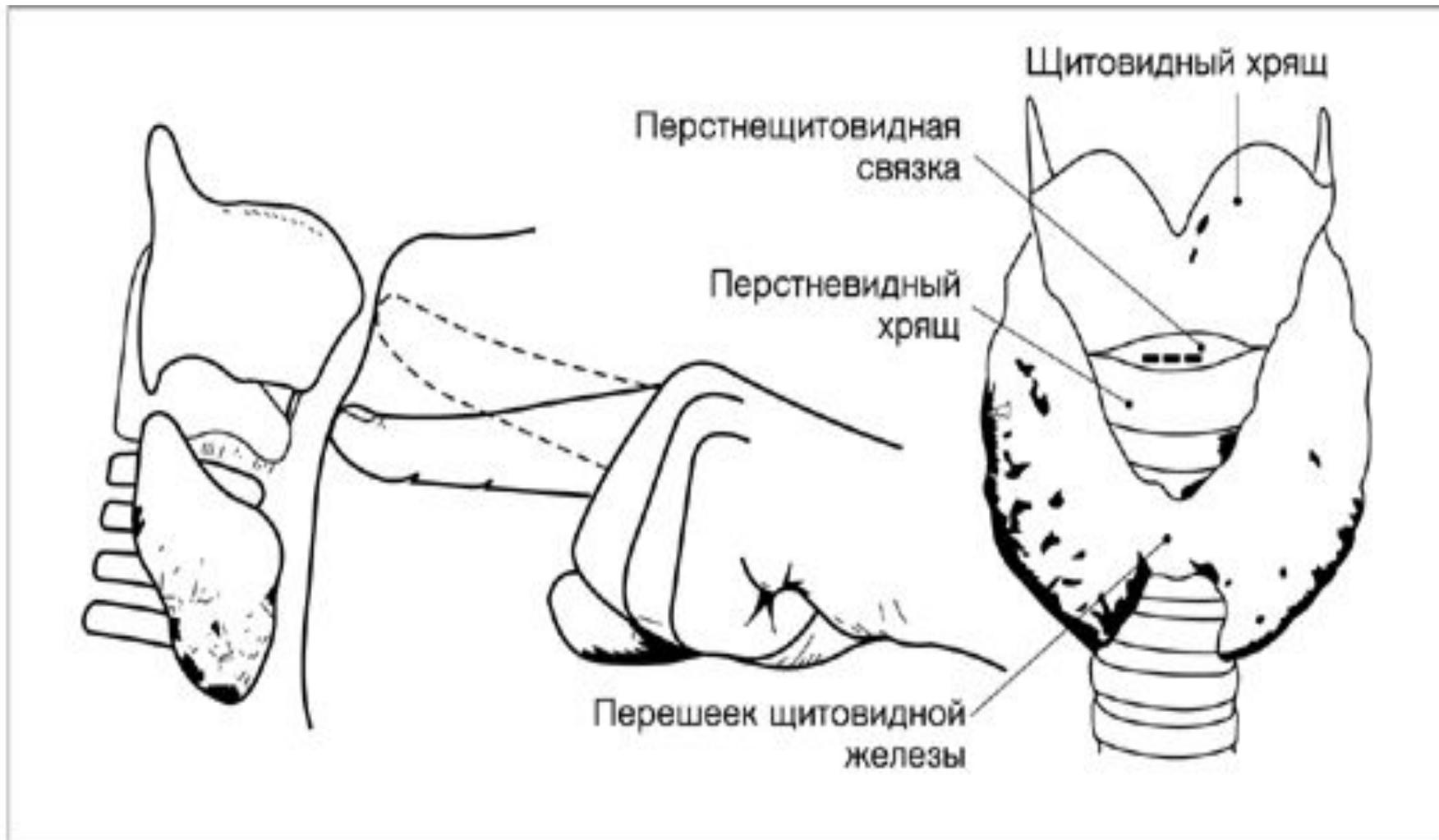
Принципы интенсивной терапии ОДН

Интубация трахеи и трахеостомия.

- **а) Пункционная коникотомия.** Сосудистый катетер (Angiocath) большого диаметра вводят в трахею через перстнещитовидную связку и периодически подают через него большие объемы кислорода под высоким давлением. Эта мера обеспечивает удовлетворительную оксигенацию крови. У детей пункционная коникотомия является методом выбора.
- **б) Коникотомия** — вскрытие гортани путем рассечения перстнещитовидной связки. Операция безопасна и выполняется быстро. Нужно использовать эндотрахеальную или трахеостомическую трубку №6 или меньшего диаметра.
- **в) Трахеостомия** — традиционный метод вскрытия трахеи и установки трахеостомической трубки. Операцию проводят только после обеспечения проходимости дыхательных путей с помощью интубации трахеи или коникотомии.

Принципы интенсивной терапии ОДН

Схема для проведения коникотомии



Трахеотомией (от греческого слова «трахея» – дыхательное горло и «томия» – разрез, рассечение) называют рассечение передней стенки трахеи для ликвидации острой асфиксии.

Трахеостомия (от греческих слов «трахея» и «стома» – рот, отверстие) – это образование временного или стойкого соустья полости трахеи с окружающей средой, осуществляемое путем введения в трахею канюли или подшивания стенки трахеи к коже. Производится для обеспечения дыхания, а также проведения эндотрахеальных и эндобронхиальных диагностических и лечебных манипуляций.

Принципы интенсивной терапии ОДН

Если ребенок дышит нормально, $SpO_2 > 90\%$ при $FiO_2 0,21$,
поверните его на бок для исключения аспирации. Дальнейшее
обследование для установления диагноза.

**Если имеется неэффективный кашель, то исключают инородное
тело дыхательных путей** проводя следующие манипуляции (5
ударов по спине, 5 толчков в грудь у детей до 1 года, в живот – старше
1 года). Появление эффективного кашля (отвечает на вопросы, громкий
кашель, свободный вдох перед кашлем) – дальнейшее обследование.

Если ребенок дышит нормально, но $SpO_2 < 90\%$ при $FiO_2 0,21$,
следует начать оксигенотерапию. При достижении $SpO_2 > 90\%$ при
 $FiO_2 0,4$ дальнейшее обследование для установления диагноза.

Если при проведении оксигенотерапии $FiO_2 0,4$ $SpO_2 < 90\%$,
неэффективный кашель, бледность/цианоз кожных покровов и
слизистых оболочек, снижение уровня сознания, ребенок не может
издать звуки показана прямая ларингоскопия с последующей
интубацией трахеи.

Принципы интенсивной терапии ОДН

Оксигенотерапия – метод респираторной терапии

Цель: увеличение оксигенации крови.

Показания: все срочные и неясные ситуации с нарушением системы транспорта кислорода до выяснения причин их возникновения;
денитрогенация легких (преоксигинация) перед интубацией трахеи, бронхоскопией, санацией трахеобронхиального дерева;
рестриктивные заболевания легких (ОРДС, альвеолиты, бронхиолиты);
наличие патологических форм гемоглобина (карбокси – и метгемоглобин);
большое альвеолярное мертвое пространство (либо гиповолемия, либо гиповентиляция);
легочная гипертензия (ВПС, врожденная диафрагмальная грыжа, дети с аспирацией околоплодной жидкостью или меконием);
увеличенный шунт (венозное примешивание).

- При острой кровопотере гипероксическая вентиляция ($F_iO_2 > 0,6$) - дополнительный метод, позволяющий снизить потребность в гемотрансфузии.
- (физически растворенный в плазме O_2 составляет более 74% от потребляемого O_2 при Hb 30 г/л, что позволяет снизить процент летальности
(Anesthesiology 2004;100:70-6.)

С большой осторожностью применять O_2 у новорожденных в связи с незрелостью сурфактантной системы легких

Оксигенотерапия

Источник газа: сжиженный кислород, кислородный концентратор.

Способы подачи:

Носовой катетер (хорошая адаптация пациента, неточность % фракции O₂, высушивание слизистой носоглотки);

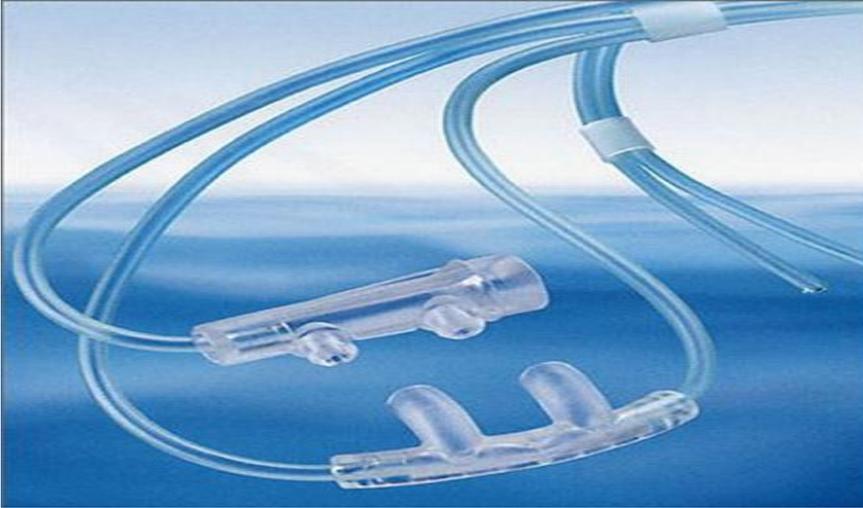
Лицевая маска позволяет создавать высокую фракцию O₂ 60 - 70%, дискомфорт у пациента, снижение FiO₂ при росте МинВентЛегких;

Маска с системой Вентури позволяет создавать высокую фракцию O₂ 60 - 70%, дискомфорт у пациента, снижение FiO₂ при росте Минутной Вентиляции Легких;

Трахеальная газовая инсуффляция через катетер, трахеостомическую трубку (канюля), эндотрахеальную трубку уменьшает объем мертвого пространства, создает высокую до 100% фракцию O₂, комбинация различных режимов ИВЛ с целью оптимизации доставки O₂;

Апноэная оксигенация - трахеальная газовая инсуффляция на фоне апноэ, создает высокую до 100% фракцию O₂, комбинация различных режимов ИВЛ, нет волюмо-ателектотравм при ОРДС.

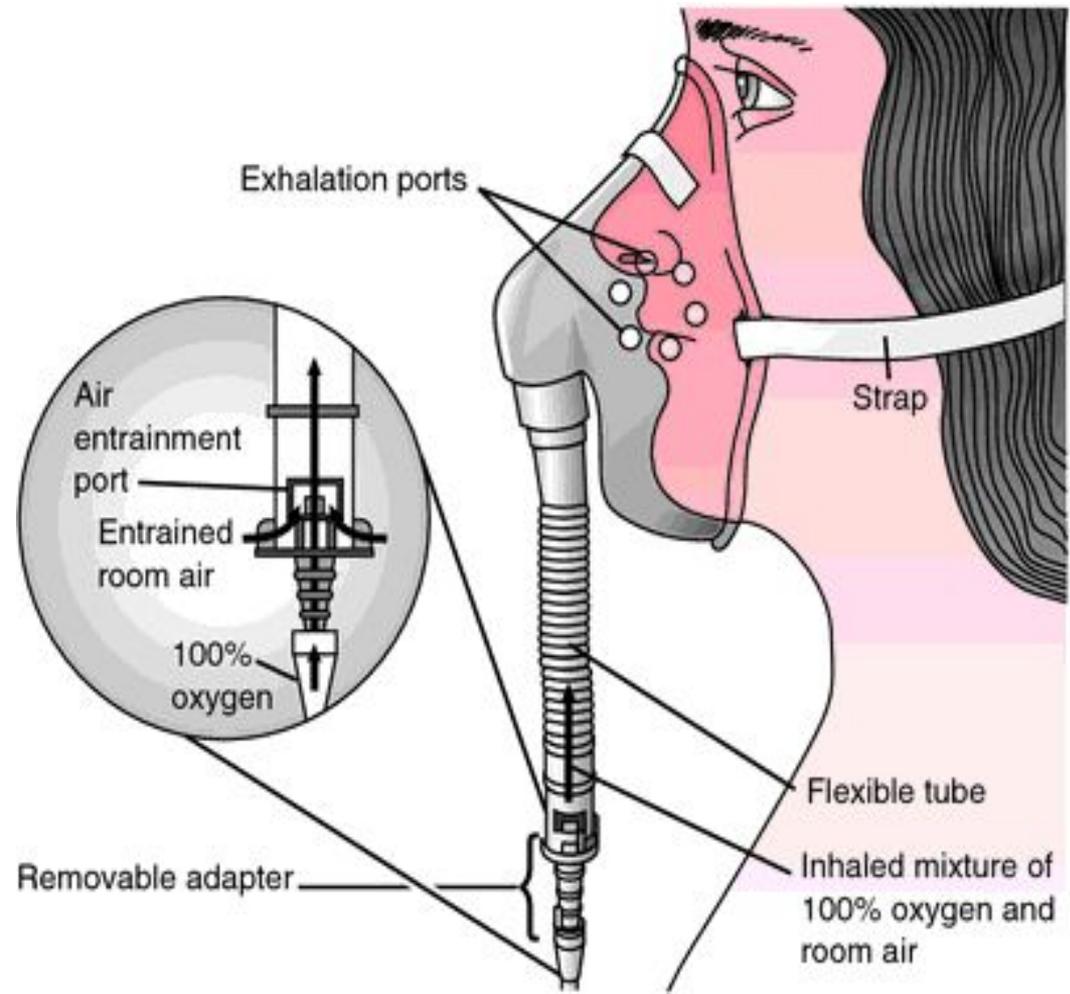
Назальные катетеры



Маска с системой Вентури

Характеристика по клапану

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



Оксигенотерапия

Режим CPAP – это постоянное растягивающее легкое давление с целью улучшения оксигенации. Обеспечивается через эндотрахеальную трубку, через назальные канюли или лицевую маску у детей от 0 до 5 лет.

Принцип воздействия: - улучшение оксигенации (повышение P_{aO_2});

- Снижение дыхательных усилий за счет увеличенного инспираторного газового потока, облегчающего вдох;
- Снижение коллабирования мелких дыхательных путей, благодаря постоянному положительному давлению в дыхательных путях;
- Раскрытие ателектатических зон легких;
- Снижение внутрилегочного шунтирования справа налево;
- Улучшение соотношения вентиляция/перфузия.

Показания: - посттравматические (контузия легких) и послеоперационные (ателектазы) расстройства газообмена;

- Отек легких, пневмония, РДС новорожденных, отлучение от ИВЛ.

Побочные эффекты: инсуффляция воздуха в ЖКТ, повышение интракраниального давления и интраторокального давления, конъюнктивит при масочном методе.

Респираторная поддержка (ИВЛ)

Показания абсолютные:

- Апноэ, гиповентиляция;
- Остановка кровообращения и СЛР;
- Гипоксемия, резистентная к ИВЛ;
- Кома;
- Патологические типы дыхания (нейрогенное гиперпноэ, гипопноэ, апнейзисы, дыхание Куссмауля, гаспинг).

Относительные:

- Высокий риск аспирации желудочного содержимого;
- Нарастание гипоксемии и гипокапнии;
- Респираторный ацидоз, нарастание гиперкапнии;
- Нарастание работы дыхания (диспное, ЧД до 200%, стойкая тахикардия);
- $paO_2/FiO_2 < 200$ мм рт.ст. (ОПЛ).

Основные задачи современной ИВЛ

1. Обеспечить оксигенацию (*кислород должен поступить и эффективно расходоваться*).
2. Вывести углекислоту.
3. Не допустить баро- и волюмотравму (open lung rest).

Диана Оделл из штата Теннесси прожила в «танковых легких» почти всю свою жизнь (60 лет)



Общая стратегия вентиляции

Принцип: начинать с минимального вмешательства с нарастанием.

- 1) Самостоятельное дыхание с СДППД (CPAP)
- 2) Двухфазная вентиляция легких (с 2 фазами положительного давления) ВІРАР
- 3) Поддержка давлением (PSV), самостоятельное дыхание в поддержке давлением (ASB)
- 4) Принудительная перемежающаяся вентиляция легких (IMV + PEEP), синхронизированная перемежающаяся вентиляция легких (SIMV/VC/PC)
- 5) Вентиляция легких с перемежающимся положительным давлением ИВЛ (IPPV) – управляемая вентиляция без ПДКВ
- 6) ИВЛ с ПДКВ (IPPV + PEEP)
- 7) Вентиляция с управлением по объему (VCV), по давлению (PCV)
- 8) Вентиляция с инвертированным соотношением (IRV)

Дополнение: ЛФК (физиотерпия); кинетотерапия, ингаляции NO, гемофильтрация, струйная вентиляция

Классификация режимов ИВЛ

по способу переключения со вдоха на выдох

- Волюмциклический – переключение при достижении заданного объема;
- Прессоциклический – переключение при достижении заданного давления;
- Тайм-циклический – переключение по достижении заданного инспираторного времени (постоянное соотношение вдоха и выдоха с управляемым объемом, инспираторным давлением), риск баротравмы;
- Флоуциклический – переключения при снижении потока до заданной величины от максимального в режиме поддержки давлением, здесь пациент может управлять аппаратным дыханием, изменяется величина потока окончания вдоха (экспираторный триггер)

по способу настройки дыхательного объема

- С управляемым объемом, где PIP производный параметр;
- С управляемым давлением, где t x ДО производный параметр

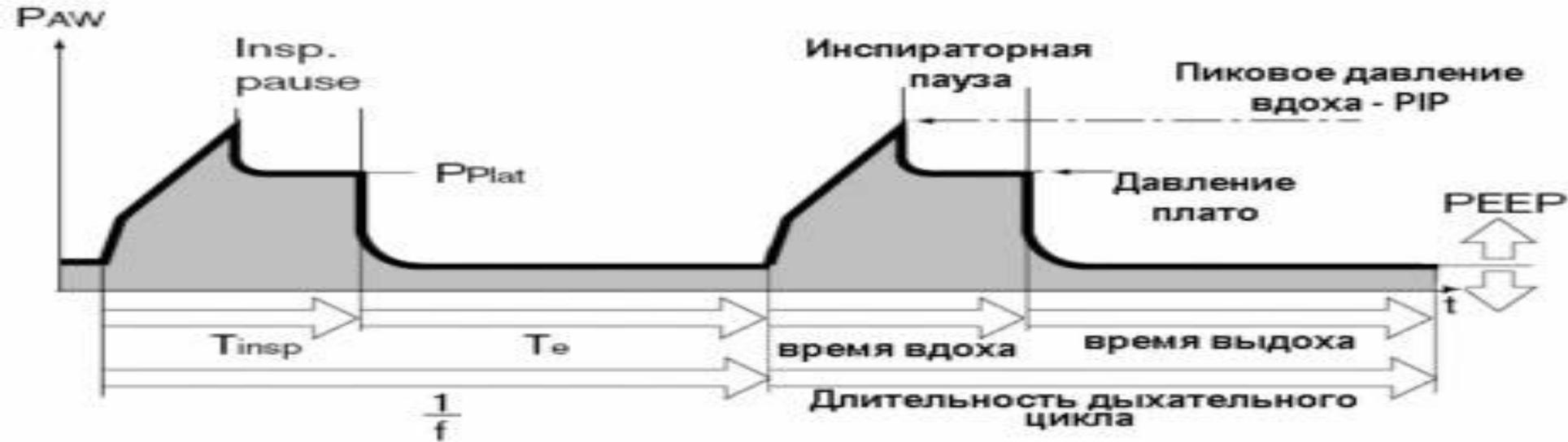
по частоте дыхания

- Апноэная 0-1/мин, низкочастотная 1-10/мин, нормочастотная 10-60/мин, высокочастотная >60/мин

по степени участия больного

- принудительная (искусственная, управляемая);
- вспомогательная

Графическая картина ИВЛ



Увлажнение дыхательной смеси

Повреждение реснитчатого эпителия выявляются уже через 10 минут вентиляции сухим газом. Процесс восстановления ресничек длительный и энергозатратный. Длительность их восстановления среднем занимает 2-3 недели после нормализации влажности и температуры дыхательной смеси.

Увлажнение дыхательной смеси

После того как резервы увлажнения с поверхности трахеи и бронхов исчерпаны и неувлажненный воздух достигает альвеол, начинается испарение с поверхности альвеол и происходит повреждение сурфактанта.

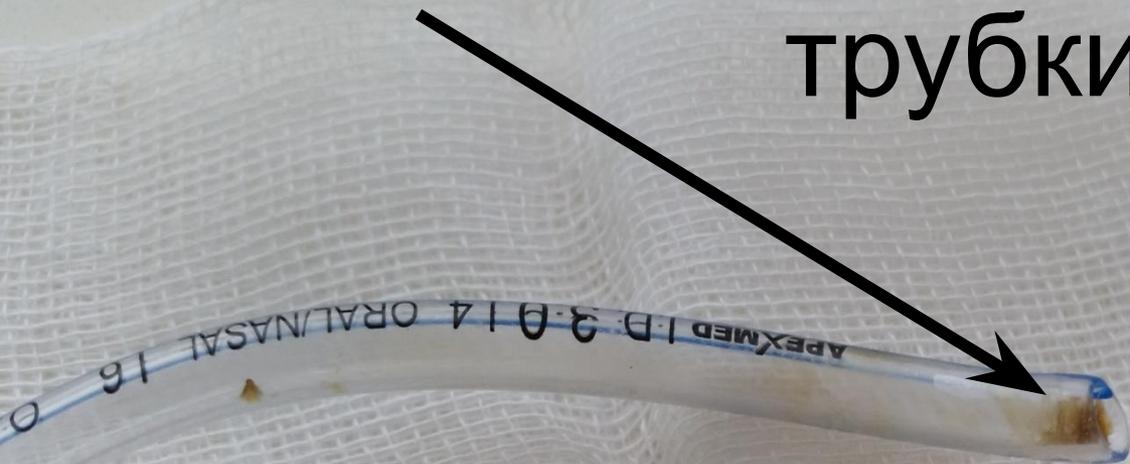
Увлажнитель и система очистки дыхательной смеси

- Разработано большое количество моделей активных увлажнителей для стационарных аппаратов ИВЛ (испарители, барбатажные увлажнители и др.).
- В транспортных аппаратах возле конектора ЭТ может быть установлен специальный фильтр, направленный как на бактериальную очистку воздуха, так и задержку в дыхательном контуре теплых паров воды.

Осложнения ИВЛ

- В 1821 г. **Джеймс Лерой д'Этиоль** (Leroy-d'Etiolles) выступил во Французской академии наук с докладом о разрывах альвеол, подкожной эмфиземе и напряженном пневмотораксе в связи с избыточным раздуванием легких.

Обструкция эндотрахеальной трубки



Респираторная физиотерапия

- Постуральный дренаж зависит от локализации поражения;
- Лечебная перкуссия легких осуществляется 5 – 7 поколачиваниями по спине пациента в течение 1 – 2 минут с последующим откашливанием;
- Санация трахеобронхиального дерева, где для санации применяют катетеры (открытые, закрытые). Санация через искусственные дыхательные пути (эндотрахеальная трубка, трахеостома), через нос (назотрахеальная). Раздельная санация правого и левого главных бронхов при придание пациенту определенного положения.
- Осцилляторная модуляция дыхания (внутрилегочная перкуссия) – наложение высокочастотных колебаний воздуха на спонтанное дыхание больного;
- Форсированный выдох по команде не смыкая голосовой щели, кашель с отхождением мокроты;
- Санационная фибробронхоскопия;
- Ингаляционное введение муколитиков, антибиотиков и бронходилататоров (небулайзер или спейсер).

Специальные методы респираторной терапии

- Применение сурфактанта (снижение поверхностного натяжения в альвеолах с последующей нормализацией ателектатических зон легких и улучшение комплайенса, улучшение оксигенации) Curosurf, Survanta, Alveofact интратрахеально/эндобронхиально;
- Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО). Веновенозная - правое предсердие (забор) – бедренная вена (возвращение). Веноартериальная – правое предсердие-внутренняя яремная вена – в место соединения безымянной артерии и дуги аорты. Наиболее эффективен метод в неонатологии.
- Экстракорпоральное удаление углекислоты через одиночный или двойной катетер. Должна быть хорошей пульмональная оксигенация.
- Внутрисосудистая оксигенация, путем введения пучка полых волокон через бедренную вену в нижнюю полую. Инсуффляция кислорода дополняет газообмен при проведении ИВЛ;
- Раздельная вентиляция легких;
- ИВЛ в положении «лежа на животе».

Лекарственная терапия

Седация: бензодиазепины внутривенно струйно, микроструйно; пропофол микроструйно.

Анальгезия: ненаркотические анальгетики внутривенно струйно; наркотические анальгетики внутривенно микроструйно.

Миоплегия: миорелаксанты длительного периода действия внутривенно струйно или внутривенно микроструйно.

Антимикробная терапия: деэскалационная в первые 3-е суток; по чувствительности (посев из крови, из очага поражения, из мокроты верхних/нижних дыхательных путей).

Антикоагулянтная терапия: нефракционированный гепарин с мониторингом показателей свертывающей системы крови. Актуальна управляемая гипокоагуляция (увеличение значений показателей АЧТВ, ТВ, МНО).

Ингибиторы протеолиза (контрикал, трасилол, гордокс).

Ангиопротекторы (дицинон, витамин С).

Гормоны (преднизолон, дексаметазон).

Коррекция водно-солевых, белковых, кислотно-основных расстройств.

Асфиксия травматическая

длительное сдавление грудной клетки

Симптомы. Состояние тяжелое, затрудненное дыхание. Выраженный цианоз кожи лица и верхней половины грудной клетки. Тахикардия и выраженная одышка. На коже лица, шеи, груди имеются множественные точечные кровоизлияния.

Неотложная помощь. Освобождение от сдавливающей одежды, ингаляция кислорода, проведение шейной вагосимпатической блокады по Вишневскому, введение анальгетиков. При тяжелых нарушениях дыхания - интубация трахеи и перевод пострадавшего на ИВЛ.

Госпитализация срочная в хирургический стационар лежа на носилках.

A blue medical device, possibly a nebulizer or humidifier, is shown against a blue background. It features a white circular component on the right side and a coiled white tube on the left side. The device is connected to a white base or container.

**Спасибо
за
внимание!**