

ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ
ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И
МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ

Дыхательная недостаточность – тяжелое нарушение обмена дыхательных газов

ТИПЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ:

Формы дыхательной недостаточности	Признаки
Гипрекапническая	$PaCO_2 > 45$ мм. рт. ст.
Острая	Развивается в течение нескольких минут или часов
Хроническая	Развивается в течение нескольких дней или недель
Гипоксемическая	$PaO_2 < 55$ мм. Рт. Ст. при дыхании O_2 (60% или более высокие концентрации)
Острая	Развивается в течение нескольких минут или часов
Хроническая	Развивается в течение нескольких дней или недель

Гиперкапническая дыхательная недостаточность

Основной диагностический критерий – **PaCO₂** превышает **45** мм. рт. ст.

Часто используемый синонимичный термин «несостоятельность насоса» – расстройства при которых альвеолярная вентиляция ограничена относительно скорости продукции **CO₂**

Гипоксемическая дыхательная недостаточность

Основной диагностический критерий – клинически значимая гипоксемия, устойчивая к кислородной терапии с высокими (и потенциально токсическими) концентрациями **O₂**

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

- 1.Центральная нервная система
- 2.«Грудные мехи» – периферическая нервная система, дыхательные мышцы и грудная стенка
- 3.Воздухоносные пути
- 4.Альвеолярные газообменные единицы

Нервный импульс (ЦНС: продолговатый мозг)

Эфферентное управление дыхательными мышцами (осуществляется диафрагмальными и другими мотонейронами периферической нервной системы)

Изменение внутригрудного давления, вызванное сокращением инспираторных мышц



Обеспечение потока воздуха и доставка его к альвеолам

Гипрекапническая дыхательная недостаточность — «несостоятельность насоса» фактически указывает на:

- Поражение ЦНС
- Поражение грудных мхов
- Поражение воздухоносных путей

Гипоксемическая («собственно легочная недостаточность») дыхательная недостаточность почти всегда указывает на:

- Дисфункцию альвеол
- Дисфункцию легочных капилляров
- Дисфункцию альвеоло-капиллярной мембраны

Основной механизм гипрекапнической
дыхательной недостаточности —

продолжительное несоответствие между
вентиляторным обеспечением (максимальная
вентиляция, которая может поддерживаться) и
вентиляторным запросом (общий уровень
вентиляции, обеспечиваемый дыхательным
центром)

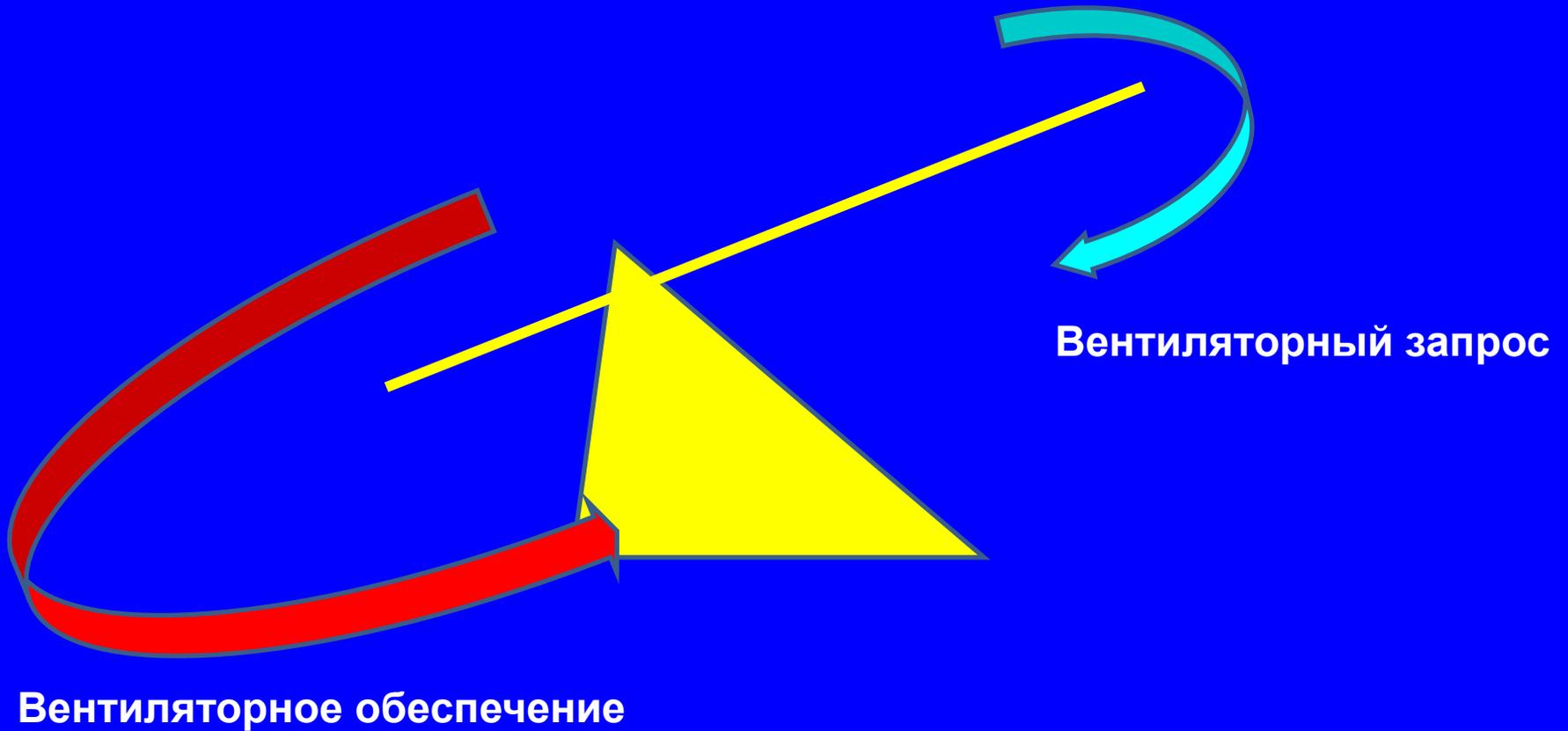
Факторы, снижающие вентиляторное обеспечение

Фактор	Клинические примеры
Нарушение механики дыхания <i>Обструкция ВП</i>	<i>Бронхиальная астма, ХОБЛ</i>
<i>Деформация грудной клетки</i>	<i>Кифосколиоз, деформация грудной клетки</i>
<i>Уменьшение объема легких</i>	<i>Пневмония, интерстициальные поражения легких, большой плевральный выпот</i>

Факторы, снижающие вентиляторное обеспечение

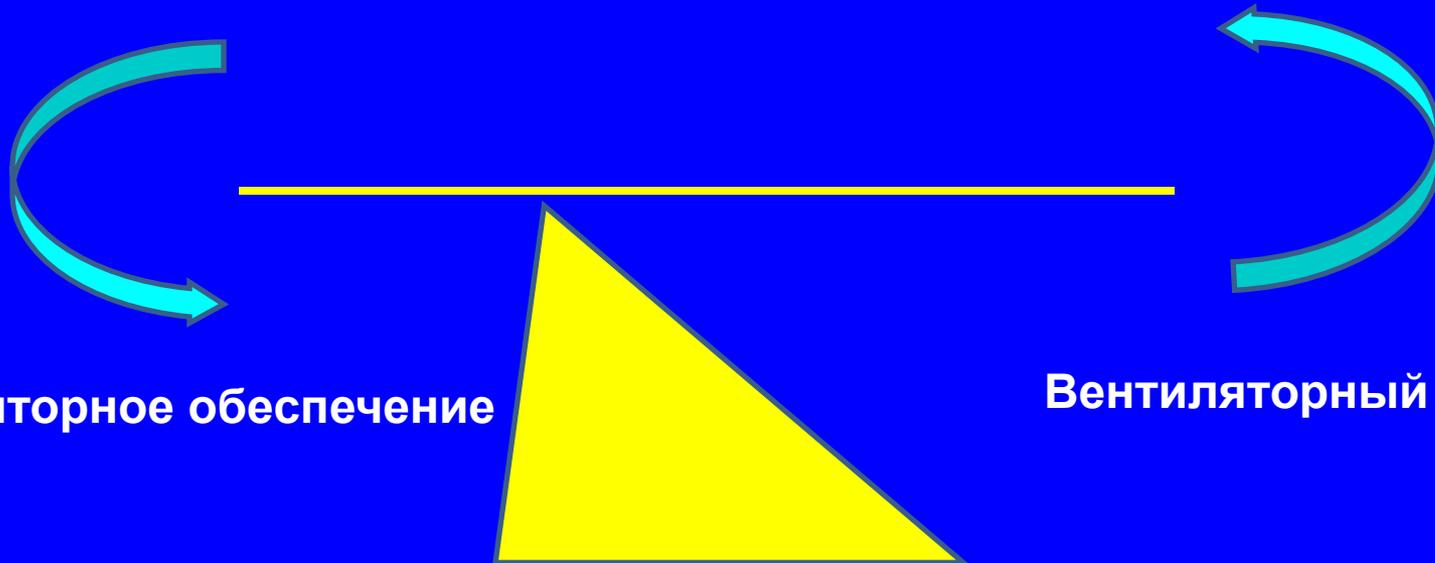
Фактор	Клинические примеры
<p><u>Снижение силы и выносливости дыхательных мышц</u> Нарушение функции диафрагмальных нервов</p>	<p><i>Синдром Гийена – Барре, полиомиелит</i></p>
<p>Нарушение нервно-мышечной передачи</p>	<p><i>Миастения</i></p>
<p>Атрофия дыхательных мышц</p>	<p><i>Длительная искусственная вентиляция, недостаточность питания</i></p>
<p>Слабость дыхательных мышц</p>	<p><i>Электролитные нарушения, гипоксемия, ацидоз</i></p>
<p>Отклонения в отношении «сила – длина» диафрагм</p>	<p><i>Гиперинфляция легких, уплощение диафрагмы</i></p>

БАЛАНС МЕЖДУ ВЕНТИЛЯТОРНЫМ ЗАПРОСОМ И ЕГО ОБЕСПЕЧЕНИЕМ



Вариант нормы: Обеспечение > Запрос

БАЛАНС МЕЖДУ ВЕНТИЛЯТОРНЫМ ЗАПРОСОМ И ЕГО ОБЕСПЕЧЕНИЕМ



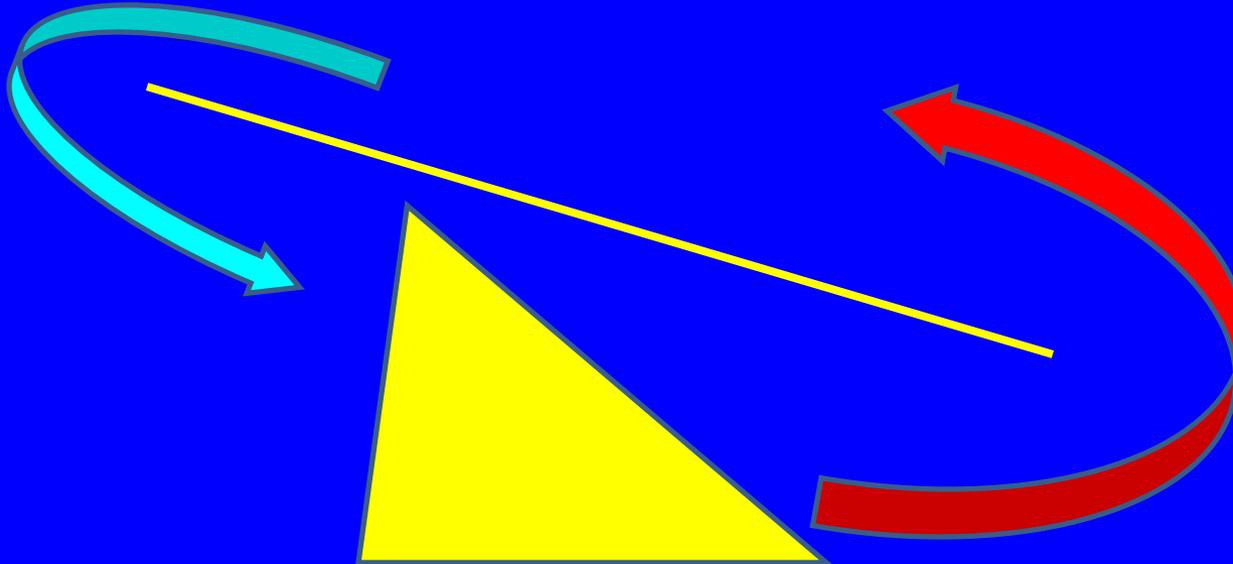
Вентиляторное обеспечение

Вентиляторный запрос

Состояние пограничное с дыхательной недостаточностью:
Обеспечение = Запрос

БАЛАНС МЕЖДУ ВЕНТИЛЯТОРНЫМ ЗАПРОСОМ И ЕГО ОБЕСПЕЧЕНИЕМ

Вентиляторное обеспечение



Вентиляторный запрос

Состояние явной дыхательной недостаточности:
Обеспечение < Запрос

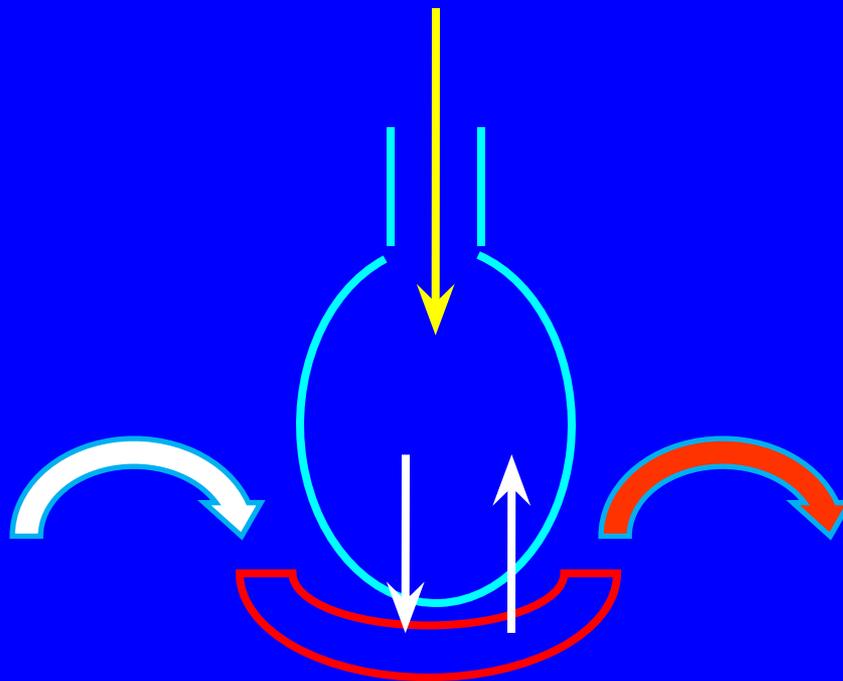
Гипоксемическая (паренхиматозная) форма дыхательной недостаточности

Основные механизмы развития гипоксемии при паренхиматозной форме дыхательной недостаточности:

- Нарушение вентиляционно-перфузионных отношений (V/Q) с образованием право-лево-сердечного «шунтирования» крови (альвеолярного шунта) или увеличением альвеолярного мертвого пространства
- Снижение суммарной функционирующей поверхности альвеоло-капиллярных мембран
- Нарушение диффузии газов

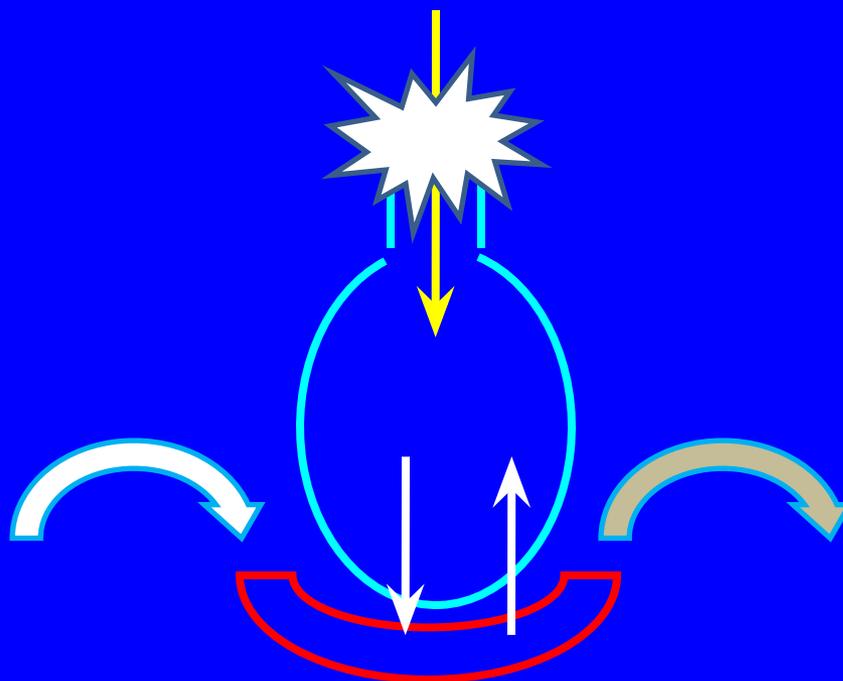
Гипоксемическая ДН характеризуется значительным нарушением процесса оксигенации крови в легких, что приводит к преимущественному снижению P_aO_2 в артериальной крови

Типы нарушений вентиляционно-перфузионных нарушений



Вариант нормы: $V/Q = 0.8$

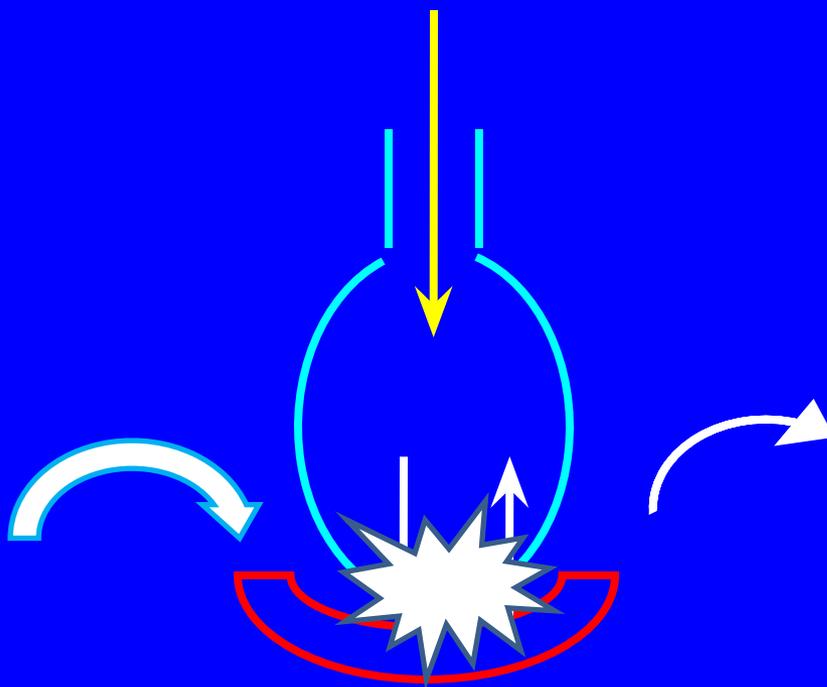
Типы нарушений вентиляционно-перфузионных нарушений



Нарушена вентиляция, но сохранен кровоток (эффект венозного шунтирования)

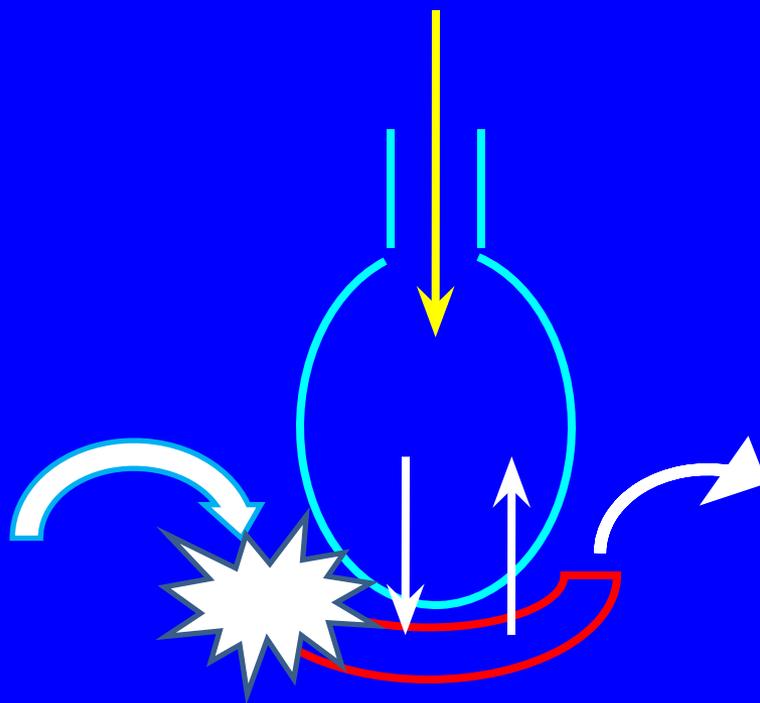
$$V/Q = 0$$

Типы нарушений вентиляционно-перфузионных нарушений



Нарушена диффузия газов за счет воспалительного утолщения альвеол

Типы нарушений вентиляционно-перфузионных нарушений



Нарушен кровоток, но сохранена вентиляция
 $V/Q > 1.0$ (эффект увеличения альвеолярного мертвого пространства)

Диагностика дыхательной недостаточности

Клинические проявления

Основное проявление ДН – одышка

Одышка – субъективное ощущение неудовлетворенности дыханием, дискомфорт в дыхании

Описание Больным «... не хватает воздуха, тяжело дышать, не удовлетворяет глубина вдоха, хочется вдохнуть глубже, но не удается и т. д)

ВЫРАЖЕННОСТЬ ОДЫШКИ МОЖЕТ БЫТЬ КРИТЕРИАЛЬНЫМ РАЗГРАНИЧЕНИЕМ СТЕПЕНИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Диагностика дыхательной недостаточности

Клинические проявления

СТЕПЕНЬ ДН В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫРАЖЕННОСТИ ОДЫШКИ (по А.Г.Дембо)

I степень – одышка возникает при большой, привычной больному физической нагрузке, например, подъем на 4 этаж пешком, при том, что ранее пациент постоянно поднимался на 4 этаж и был тренирован на эту нагрузку

II степень – одышка возникает при небольшой физической нагрузке (неспешная ходьба, подъем на один этаж, умывание и одевание)

III степень – одышка в покое

Диагностика дыхательной недостаточности

Клинические проявления

Данные физикального обследования:

- 1. Оценка формы грудной клетки*
- 2. Данные оценки перкуссии легких, экскурсии нижнего края легких*
- 3. Оценка симптома «кашель»*
- 4. Форма ногтевых фаланг*
- 5. Окраска кожных покровов*
- 6. Оценка частоты дыхательных движений*
- 7. Оценка настроения*
- 8. Оценка возможности разговаривать*
- 9. Положение пациента (сидит, лежит и т. д.)*
- 10. Результаты исследования периферической крови (эритроцитоз, гематокритное число)*

Диагностика дыхательной недостаточности

Инструментальная диагностика

Исследование кислотно-основного состояния при ДН

Ацидоз – это нарушение кислотно-основного состояния при котором в крови появляется абсолютный или относительный избыток кислот и повышается концентрация водородных ионов ($\text{pH} < 7.35$)

Алкалоз – нарушение кислотно-основного состояния, при котором наблюдается абсолютный или относительный избыток количества оснований и понижением концентрации водородных ионов ($\text{pH} > 7.35$)

Диагностика дыхательной недостаточности

Инструментальная диагностика

Исследование кислотно-основного состояния при

ДН

**ОСНОВНЫЕ ВАРИАНТЫ НАРУШЕНИЙ КИСЛОТНО-
ОСНОВНОГО СОСТОЯНИЯ**

1.РЕСПИРАТОРНЫЙ АЦИДОЗ

2.РЕСПИРАТОРНЫЙ АЛКАЛОЗ

3.НЕРЕСПИРАТОРНЫЙ (МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ) АЦИДОЗ

4.НЕРЕСПИРАТОРНЫЙ (МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ) АЛКАЛОЗ

Диагностика дыхательной недостаточности

Инструментальная диагностика

РЕСПИРАТОРНЫЙ АЦИДОЗ

Компенсированный респираторный ацидоз:

- 1. Нормальные значения pH крови*
- 2. Увеличение парциального давления CO₂ в крови (PaCO₂)*
- 3. Увеличение стандартного бикарбоната (SB)*
- 4. Увеличение избытка оснований*

Декомпенсированный респираторный ацидоз:

- 1. pH крови < 7.35*
- 2. Стандартный бикарбонат (SB) снижается до нормы*
- 3. Избыток оснований (BE) снижается до нормы*

Диагностика дыхательной недостаточности

Инструментальная диагностика

РЕСПИРАТОРНЫЙ АЛКАЛОЗ

Компенсированный респираторный алкалоз:

- 1. Нормальные значения pH крови*
- 2. Значительное уменьшение pCO_2 в крови*
- 3. Компенсаторное уменьшение стандартного бикарбоната (SB)*
- 4. Компенсаторный дефицит оснований (отрицательная величина BE)*

Декомпенсированный респираторный алкалоз:

- 1. pH крови > 7.35*
- 2. Стандартный бикарбонат (SB) повышается до нормы*
- 3. Избыток оснований (BE) повышается до нормы*

Диагностика дыхательной недостаточности

Инструментальная диагностика

НЕРЕСПИРАТОРНЫЙ (МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ) АЦИДОЗ

Наиболее тяжела форма кислотно-основного равновесия, связанная с накоплением в крови нелетучих кислот (молочная, β -оксимасляная, ацетоуксусная). Наблюдается как при тяжелых формах ДН, так и при других состояниях:

- Декомпенсированный сахарный диабет, длительное голодание, тиреотоксикоз, лихорадка, сердечная недостаточность
- Заболевания почек (почечный канальцевый ацидоз, почечная недостаточность)
- Прием лекарств

Диагностика дыхательной недостаточности
Инструментальная диагностика
НЕРЕСПИРАТОРНЫЙ (МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ) АЛКАЛОЗ

***Не характерен для дыхательной
недостаточности!***

ОСТРАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ПРИЧИНЫ РАЗВИТИЯ

1. ПНЕВМОНИИ

2. ОТЕК ЛЕГКИХ (ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЙ, ТОКСИЧЕСКИЙ, ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ)

3. ОБСТРУКЦИЯ ВОЗДУХОНОСНЫХ ПУТЕЙ ПРИ РАЗВЕРНУТОМ ПРИСТУПЕ БА, АСПИРАЦИИ)

4. ПЛЕВРАЛЬНЫЙ ВЫПОТ

5. АТЕЛЕКТАЗ ЛЕГКИХ

6. НЕЙРОМЫШЕЧНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ С ПОРАЖЕНИЕМ ДЫХАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ

7. ПЕРЕДОЗИРОВКА ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ – НАРКОТИЧЕСКИЕ АНАЛЬГЕТИКИ, БАРБИТУРАТЫ И Т.

Д.

8. НАРУШЕНИЕ ДЫХАНИЯ ВО ВРЕМЯ СНА

ОСТРАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СТАДИИ РАЗВИТИЯ

I СТАДИЯ: В покое явные нарушения газообмена отсутствуют, но уже появляются симптомы, указывающие на компенсаторную активацию дыхания и кровообращения

II СТАДИЯ: В покое появляются клинические и лабораторные признаки гиперкапнии и гипоксемии

III СТАДИЯ: Развивается выраженная декомпенсация респираторных функций, дыхательный и метаболический ацидоз, появляются и быстро прогрессируют признаки полиорганной недостаточности

ОСТРАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

Финальные нарушения: патологические типы дыхания

Дыхание Чейн – Стокса: плавное нарастание дыхательной активности и такое же плавное его угасание с относительно короткими периодами апное

Дыхание Биотта: периодическое прекращение дыхательной активности (периоды апное от 10 – 30 секунд) с последующим кратковременным восстановлением дыхания

Дыхание Куссмауля: глубокое шумное частое дыхание (возникает как правило при глубоком метаболическом ацидозе или токсическом повреждении дыхательного центра)

ОСТРАЯ ДЫХАТЕЛЬНАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

Диагностические критерии

- 1. Бледность и диффузный цианоз**
- 2. Гемодинамические расстройства: тахикардия, сменяющаяся брадикардией с двухфазным колебанием системного артериального давления: «артериальная гипертензия» – «артериальная гипотензия»**
- 3. Полиорганная недостаточность:**
 - Снижение диуреза**
 - Парез кишечника**
 - Острые эрозии и язвы в желудке и кишечнике, желудочно-кишечные кровотечения**
 - Нарушение функции печени, почек (печеночно-почечная недостаточность) и других органов**

Инструментальная диагностика ДН

Оценка функции внешнего дыхания

ЛЕГОЧНЫЕ ОБЪЕМЫ:

Дыхательный объем (ДО, VT) – объем газа вдыхаемого и выдыхаемого при спокойном дыхании

Резервный объем вдоха (РОВд, IRV) – максимальный объем газа, который можно дополнительно вдохнуть после спокойного вдоха

Резервный объем выдоха (РОВвд, ERV) – максимальный объем газа, который можно дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха

Остаточный объем легких (ООЛ, RV) – объем газа, остающийся в легких после максимального выдоха

Инструментальная диагностика ДН

Оценка функции внешнего дыхания

ЛЕГОЧНЫЕ ЕМКОСТИ:

ЖИЗНЕННАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ (ЖЕЛ, VC) – сумма ДО, РОвд, РОвыд- максимальный объем газа, который можно выдохнуть после максимального вдоха

ЕМКОСТЬ ВДОХА (Евд, IC) – это сумма ДО и РОвд, т.е. максимальный объем газа, который можно спокойно вдохнуть после спокойного выдоха. Эта емкость характеризует способность легочной ткани к растяжению

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОСТАТОЧНАЯ ЕМКОСТЬ (ФОЕ, FRC) –представляет собой сумму ООЛ и РОвыд, т.е. объем газа, остающегося в легких после спокойного выдоха

ОБЩАЯ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ (ОЕЛ, TLC) – общее количество газа, содержащегося в легких после максимального вдоха.

Инструментальная диагностика ДН

Оценка функции внешнего дыхания

ПРОИЗВОДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ:

- 1. ОБЪЕМ ФОРСИРОВАННОГО ВЫДОХА ЗА СЕКУНДУ (ОФВ1, FEV1)** – количество воздуха, выведенного из легких за первую секунду выдоха
- 2. ИНДЕКС ТИФФНО** – отношение объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) к форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ)
- 3. Максимальная объемная скорость выдоха на уровне **25%, 50%, 75%** форсированной жизненной емкости легких**
- 4. Средняя объемная скорость выдоха на уровне **25 – 75%** форсированной жизненной емкости легких**
- 5. Минутный объем дыхания – величина общей вентиляции легких в минуту при спокойном дыхании**

Инструментальная диагностика ДН

Компьютерная спирометрия

ПОКАЗАТЕЛИ	РЕСТРИКЦИЯ	ОБСТРУКЦИЯ	СМЕШАННЫЙ ТИП
ЖЕЛ	ЗНАЧИТЕЛЬНО СНИЖЕНА	НОРМА ИЛИ СНИЖЕНА	СНИЖЕНА
Ровд	СНИЖЕН	НОРМА	СНИЖЕН
Ровыд	СНИЖЕН	СНИЖЕН	СНИЖЕН
ОФВ1	СНИЖЕН	СНИЖЕН	СНИЖЕН
ОФВ1/ФЖЕЛ	НОРМА ИЛИ ПОВЫШЕНО	СНИЖЕНО	СНИЖЕНО
СОС25-75%	СНИЖЕНА	СНИЖЕНА	СНИЖЕНА
ПОС	СНИЖЕНА	СНИЖЕНА	СНИЖЕНА
ФОЕ	СНИЖЕНА	НОРМА ИЛИ ПОВЫШЕНА	СНИЖЕНА
ООЛ	НОРМА ИЛИ СНИЖЕН	ПОВЫШЕН	ПОВЫШЕН
ОЕЛ	СНИЖЕН	НОРМА ИЛИ ПОВЫШЕН	СНИЖЕН
ООЛ/ОЕЛ	НОРМА ИЛИ СНИЖЕНО	ПОВЫШЕНО	ПОВЫШЕНО
ФОЕ/ОЕЛ	НОРМА	НОРМА ИЛИ ПОВЫШЕНО	ПОВЫШЕНО