

Патофизиология системы внешнего дыхания

Дыхание – это совокупность процессов, обеспечивающих аэробное окисление в организме, в результате которого освобождается энергия, необходимая для жизни

Внешнее (легочное) дыхание – это совокупность процессов, совершающихся в легких и обеспечивающих нормальный газовый состав артериальной крови.

Внешнее дыхание обеспечивается аппаратом внешнего дыхания (легкие, грудная клетка, дыхательная мускулатура) и системой регуляции дыхания

Внутреннее (тканевое) дыхание – это процесс, который осуществляется в клетках за счет окислительного фосфорилирования.

Обеспечивает функцию и пластические процессы в организме макроэнергическими соединениями

Задачей системы внешнего дыхания является обеспечение адекватного метаболическим потребностям организма газообмена с внешней средой

Нормальный газовый состав артериальной крови поддерживается следующими взаимно связанными процессами:

1. вентиляцией легких;
2. диффузией газов через альвеолярно-капиллярную мембрану;
3. кровотоком в легких;
4. регуляторными механизмами.

Недостаточность внешнего дыхания -

патологическое состояние, развивающееся вследствие нарушения внешнего дыхания, при котором не обеспечивается нормальный газовый состав артериальной крови или оно достигается в результате компенсаторных механизмов, приводящих к ограничению резервных возможностей организма

Формы недостаточности внешнего дыхания:

- **Острая** – приступ удушья при бронхиальной астме, сердечной астме, острой пневмонии.
- **Подострая** – гидроторакс.
- **Хроническая** – эмфизема легких, диссеминированный легочный фиброз.

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

ЛЕГОЧНЫЕ

НАРУШЕНИЯ:

ВЕНТИЛЯЦИИ

ПЕРФУЗИИ

ВЕНТИЛЯЦИОННО-
ПЕРФУЗИОННЫХ
СООТНОШЕНИЙ

ДИФФУЗИИ ГАЗОВ
ЧЕРЕЗ АЛЬВЕОЛО-
КАПИЛЛЯРНУЮ
МЕМБРАНУ

ВНЕЛЕГОЧНЫЕ

НАРУШЕНИЯ:

НЕЙРОГЕННОЙ
РЕГУЛЯЦИИ ВНЕШНЕГО
ДЫХАНИЯ

ЭФФЕРЕНТНЫХ
РЕГУЛЯТОРНЫХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ НА
ДЫХАТЕЛЬНЫЕ МЫШЦЫ

ФУНКЦИИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ
МЫШЦ

ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ЭКСКУРСИЙ ГРУДНОЙ
КЛЕТКИ

СИСТЕМНОГО
КРОВООБРАЩЕНИЯ

ТИПОВЫЕ ФОРМЫ РАССТРОЙСТВ ГАЗООБМЕННОЙ ФУНКЦИИ ЛЁГКИХ

РАССТРОЙСТВА
ВЕНТИЛЯЦИИ
ЛЕГКИХ

НАРУШЕНИЯ
ПЕРФУЗИИ
ЛЕГКИХ

НАРУШЕНИЯ
ВЕНТИЛЯЦИОННО-
ПЕРФУЗИОННОГО
СООТВЕТСТВИЯ

НАРУШЕНИЕ ДИФФУЗИИ
ГАЗОВ ЧЕРЕЗ
АЭРОГЕМАТИЧЕСКУЮ
МЕМБРАНУ

Расстройства вентиляции легких

- Гиповентиляция
- Гипервентиляция

Альвеолярная гиповентиляция -

типовая форма нарушения функций внешнего дыхания, при котором минутный объём альвеолярной вентиляции меньше газообменной потребности организма за данный отрезок времени

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

РАССТРОЙСТВА
БИОМЕХАНИКИ
ДЫХАНИЯ

ОБСТРУКЦИЯ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ПУТЕЙ

НАРУШЕНИЕ
РАСТЯЖИМОСТИ
ЛЕГКИХ

НАРУШЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ
РЕГУЛЯЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ

ЦЕНТРОГЕННЫХ
(НЕЙРОГЕННЫХ)

ЭФФЕРЕНТНЫХ

АФФЕРЕНТНЫХ

Нарушения биомеханики дыхания:

- обструктивный тип гиповентиляции
- рестриктивный тип гиповентиляции

Обструктивный тип расстройств дыхания характеризуется уменьшением **проходимости воздухоносных путей.**

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОБСТРУКТИВНОГО ТИПА ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

ОБСТРУКЦИЯ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ПУТЕЙ

СПАЗМ МЫШЦ
БРОНХОВ И/ИЛИ
БРОНХИОЛ

СПАЗМ
МЫШЦ
ГОРТАНИ

СДАВЛЕНИЕ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ПУТЕЙ

ЭКСПИРАТОРНАЯ
КОМПРЕССИЯ
МЕЛКИХ БРОНХОВ
И/ИЛИ БРОНХИОЛ

I обструкция дыхательных путей

- попадание пищи или инородных тел в трахею
- в коматозном состоянии
- при западении языка во сне
- при наркозе
- закупорка дыхательных путей мокротой, рвотными массами, слизью
- утолщение слизистых оболочек трахеи, бронхов при воспалении, при отёке гортани;
- обтурация бронхиол патологическим содержимым (кровью, экссудатом);

II спазм мышц бронхов и бронхиол

(бронхиальная астма)

III спазм мышц гортани

(вдыхание раздражающих веществ)

VI сдавление дыхательных путей извне

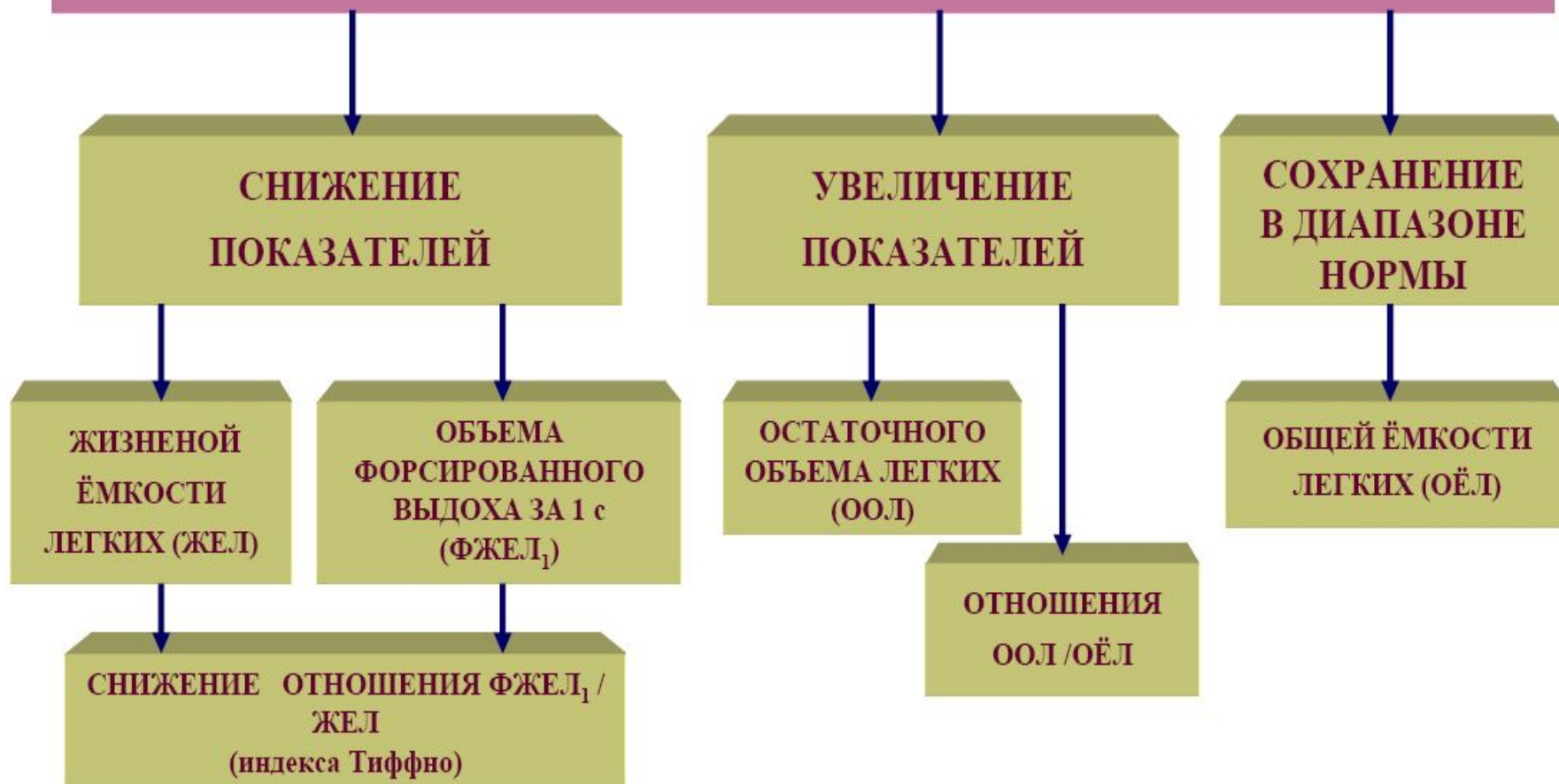
(опухоль, гипертрофированная щитовидная железа, заглоточный абсцесс);

V сдавление бронхов в условиях повышения внутрилегочного давления (например, при сильном кашле, эмфиземе легких).

При обструктивных нарушениях:

- увеличивается остаточный объём лёгких (ООЛ);
- уменьшается объём форсированной жизненной ёмкости лёгких (ФЖЁЛ)
- уменьшается объём форсированного выдоха за 1 секунду (ФЖЕЛ₁)
- снижается отношение ФЖЕЛ/ФЖЕЛ₁ (индекс Тиффно)

ОСНОВНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ ОБСТРУКТИВНОГО ТИПА



Рестриктивные нарушения дыхания - гиповентиляционные расстройства, возникающие **вследствие ограничения** **расправления лёгких**

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ РЕСТРИКТИВНОГО ТИПА ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ

ВНУТРИЛЁГОЧНЫЕ

СНИЖЕНИЕ РАСТЯЖИМОСТИ ЛЕГКИХ ПРИ:

ФИБРОЗНЫХ
ПРОЦЕССАХ
В НИХ

НЕДОСТАТОЧНОСТИ
СУРФАКТАННОЙ
СИСТЕМЫ

АТЕЛЕКТАЗАХ

ДИФФУЗНЫХ
ОПУХОЛЯХ

ВНЕЛЁГОЧНЫЕ

СДАВЛЕНИЕ ГРУДНОЙ
КЛЕТКИ

СНИЖЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ
СУСТАВОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

НАЛИЧИЕ В ГРУДНОЙ КЛЕТКЕ
КРОВИ, ЭКССУДАТА,
ТРАНССУДАТА, ВОЗДУХА

ОКОСТЕНЕНИЕ
ХРЯЩЕЙ РЕБЕР

ПЛЕВРИТЫ

ФИБРОЗ ПЛЕВРЫ

Внутрилегочные – снижение растяжимости легких:

- фиброз легких (диффузное воспаление, пневмофиброз)
- ателектаз
- диффузные опухоли

Внелегочные – ограничение дыхательной экскурсии легких

- сдавление грудной клетки;
- снижение подвижности грудной клетки (кифосколиоз, повреждение позвоночника, переломы ребер);
- МИОЗИТ;
- невралгия межреберных нервов;
- воспаление плевры;
- скопление в грудной клетке крови, экссудата.

При гиповентиляционных нарушениях рестриктивного типа:

- Снижается общая емкость легких (ОЕЛ);
- Снижается остаточный объем легких (ООЛ);
- Снижается жизненная емкость легких (ЖЕЛ).

II. Нарушение механизмов регуляции внешнего дыхания

- нарушение деятельности дыхательного центра
- нарушение афферентных связей
- нарушение эфферентных связей

Дыхание характеризуется частотой, глубиной и ритмом

Полипноэ (тахипноэ) - частое поверхностное дыхание

- лихорадка
- функциональные нарушения деятельности ЦНС
- поражения легких (пневмония, застой в легких, ателектаз)

Гиперпноэ – глубокое и частое дыхание

- повышение основного обмена (при физической работе, тиреотоксикозе, эмоциональной нагрузке, лихорадке)
- анемия
- снижение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе

Брадипноэ - редкое дыхание

- повышение артериального давления (рефлекс с барорецепторов дуги аорты)
- гипероксия в результате выключения хеморецепторов, чувствительных к понижению давления кислорода
- гипокапния при подъеме на большую высоту
- действие наркотиков
- органические поражениях головного мозга

Апноэ - отсутствие дыхания

- рефлексорно (при быстром подъеме артериального давления)
- понижение возбудимости дыхательного центра (гипоксия, поражение головного мозга при интоксикациях)
- действие наркотических препаратов

Нарушение деятельности центра дыхания

травма,

опухоли,

отек,

кровоизлияние,

гипоксия,

интоксикация

экзогенная – алкоголь, наркотические вещества;

эндогенная – уремия, патология печени

Нарушение ритма дыхательных движений

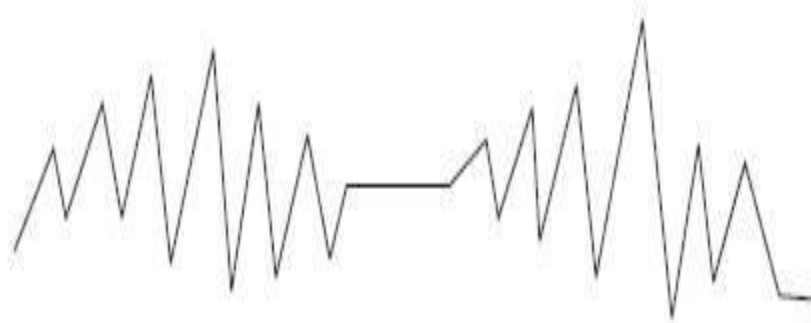
Периодическое дыхание – характеризуется периодами усиления дыхательных движений с последующим их ослаблением и периодами апное

Типы периодического дыхания:

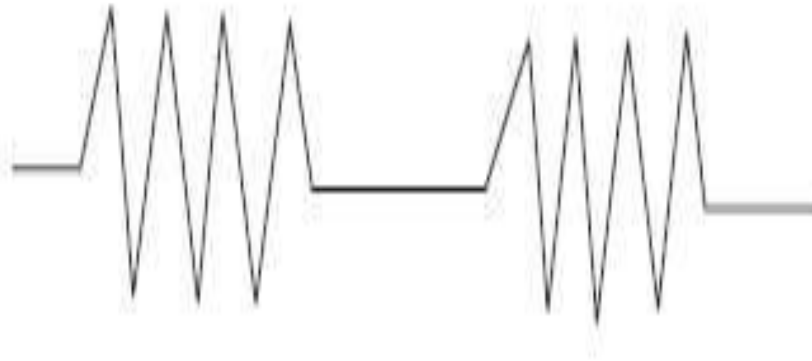
Биота – паузы чередуются с дыхательными движениями нормальной частоты и глубины.

Чейн-Стокса – паузы чередуются с дыхательными движениями, которые сначала нарастают по глубине, затем убывают.

Чейн-Стокса – паузы чередуются с дыхательными движениями, которые сначала нарастают по глубине, затем убывают.



Биота – паузы чередуются с дыхательными движениями нормальной частоты и глубины

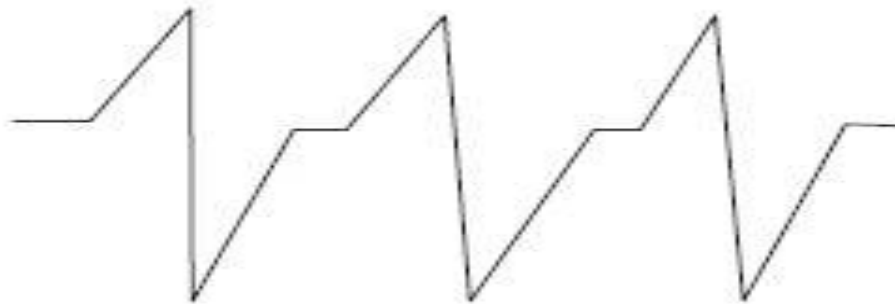


Механизмы развития периодического дыхания:

- нарастающая недостаточность энергообеспечения дыхательных нейронов;
- расстройство трансмембранного распределения ионов;
- колебания возбудимости нейронов дыхательного центра.

Терминальные типы дыхания

- **Куссмауля** - шумное глубокое дыхание (диабетическая, уремическая кома)



- **Апнейстическое** - временная остановка дыхания, характеризуется удлинением вдоха – судорожные сокращения дыхательных мышц, непродолжительный выдох

- **Гаспинг** – затрудненное, удушье, в агональном состоянии, характеризуется глубокими судорожными короткими вдохами, большими промежутками между ними, отсутствием реакций на афферентные воздействия (болевые).

Нарушения афферентной регуляции дыхательного центра

- Недостаток возбуждающей афферентации
- Избыток возбуждающей афферентации
- Избыток тормозящей афферентации

Недостаток возбуждающей афферентации

- отравление наркотическими веществами, этанолом - нарушение проводимости импульсов в дыхательный центр;
- снижение возбудимости хеморецепторов для кислорода, углекислого газа – недоношенные дети;
- снижение активности нейронов ретикулярной формации-барбитураты, транквилизаторы, наркотические анальгетики

Избыток возбуждающей афферентации

активация стимулирующих импульсов к дыхательному центру от рецепторов сосудов, бронхов (стресс, энцефалиты, кровоизлияние, ишемия в области продолговатого мозга)

- **Избыток тормозящей афферентации**
- сильная боль (плеврит, ожоги);
- раздражение слизистых оболочек дыхательных путей (вдыхание нашатырного спирта, холодный воздух)

Нарушение эфферентной нервной регуляции

- поражение проводящих путей от дыхательного центра к диафрагме (травма спинного мозга, полиомиелит);
- повреждение кортикоспинального нервного пути к дыхательным мышцам (травма, ишемия спинного мозга);
- поражение нисходящих спинальных путей, мотонейронов, нервных стволов к дыхательной мускулатуре (полиомиелит, ботулизм, неврит)

Одышка - тягостное, мучительное ощущение недостаточности дыхания

Источники патологической стимуляции:

- рецепторы спадения легких, реагирующие на уменьшение объема альвеол (отек легких, ателектаз);
- рецепторы в интерстициальной ткани легких, реагирующие на повышение содержание жидкости в интерстициальном пространстве (рестриктивные нарушения);
- рефлекс с дыхательных путей при обструктивных нарушениях;

- рефлексы с дыхательных мышц при их чрезмерном растяжении и повышении работы дыхания при обструктивных и рестриктивных нарушениях в легких;
- изменения газового состава артериальной крови, раздражение хеморецепторов аорты и сонной пазухи, дыхательного центра;
- раздражение барорецепторов аорты и сонной пазухи.

Экспираторная одышка - (затруднен выдох)
возникает при эмфиземе легких, при
бронхообструктивном синдроме.

Инспираторная одышка - (затруднен вдох)
возникает при рестриктивных нарушениях
вентиляции легких.

Альвеолярная гипервентиляция –

типовая форма нарушений внешнего дыхания, характеризующаяся превышением реальной вентиляции легких за единицу времени в сравнении с необходимой организму в данных условиях.

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ

ИЗБЫТОЧНАЯ
ИСКУССТВЕННАЯ
ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЁГКИХ

НЕВРОТИЧЕСКИЕ
СОСТОЯНИЯ

СТРЕСС – РЕАКЦИИ

ОРГАНИЧЕСКИЕ
ПОВРЕЖДЕНИЯ МОЗГА

ГИПЕРТЕРМИЧЕСКИЕ
СОСТОЯНИЯ

ЭКЗОГЕННАЯ
ГИПОКСИЯ

Причины:

- неадекватный режим ИВЛ;
- стрессовые реакции,
- неврозы;
- органические поражения мозга (кровоизлияния, ишемия, опухоль);
- повышение температуры тела (лихорадка, тепловой удар)
- экзогенная гипоксия

ОСНОВНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ

ГИПОКАПНИЯ

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ АЛКАЛОЗ

СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ O_2
ТКАНЯМИ И ОРГАНАМИ

ДИСБАЛАНС ИОНОВ В ПЛАЗМЕ
КРОВИ И ИНТЕРСТИЦИИ

МЫШЕЧНЫЕ СУДОРОГИ

ПАРЕСТЕЗИИ

Проявления:

- **гипокапния** (потенцирует торможение утилизации кислорода тканями, снижение коронарного и мозгового кровообращения);
- **дыхательный алкалоз** (следствие гипервентиляции);

- **снижение потребления кислорода** тканями, дисбаланс ионов в крови, интерстициальной жидкости (гипернатриемия, гипокалиемия, гипокальциемия, гипомагниемия);
- **мышечные судороги** (гипокальциемия);
- **парестезии** (ишемия мозга и дисбаланс ионов).

Расстройство кровообращения в легких

Нарушения перфузии происходит при
легочной гипо- и гипертензии

Легочная гипертензия

Прекапиллярная – увеличение давления в прекапиллярах и капиллярах

- спазм стенок артериол (стресс, выброс катехоламинов, ацидоз, снижение кислорода во вдыхаемом воздухе, гипоксия);
- обтурация микрососудов легких (тромбы, эмболы);
- сдавление артериол легких (опухоль, лимфоузлы).

Посткапиллярная – нарушение оттока крови из сосудов легких в левое предсердие

- стеноз левого атрио-вентрикулярного отверстия,
- сдавление легочных вен (опухоль),
- недостаточность сократительной функции левого желудочка (инфаркт, гипертоническая болезнь, миокардиодистрофия).

Гипотензия в сосудах малого круга кровообращения

- пороки сердца со сбросом справа налево (тетрада Фалло)
- недостаточность клапанов легочной артерии
- гиповолемия (шок, кровопотеря)
- артериальная гипотензия

Нарушение вентиляционно-перфузионных отношений

- соотношение между вентиляцией и кровотоком характеризуется с помощью вентиляционно-перфузионного показателя $V/Q = 0,8-1,0$
- V/Q отражает адекватность минутного объема альвеолярной вентиляции минутному объему кровотока в легки

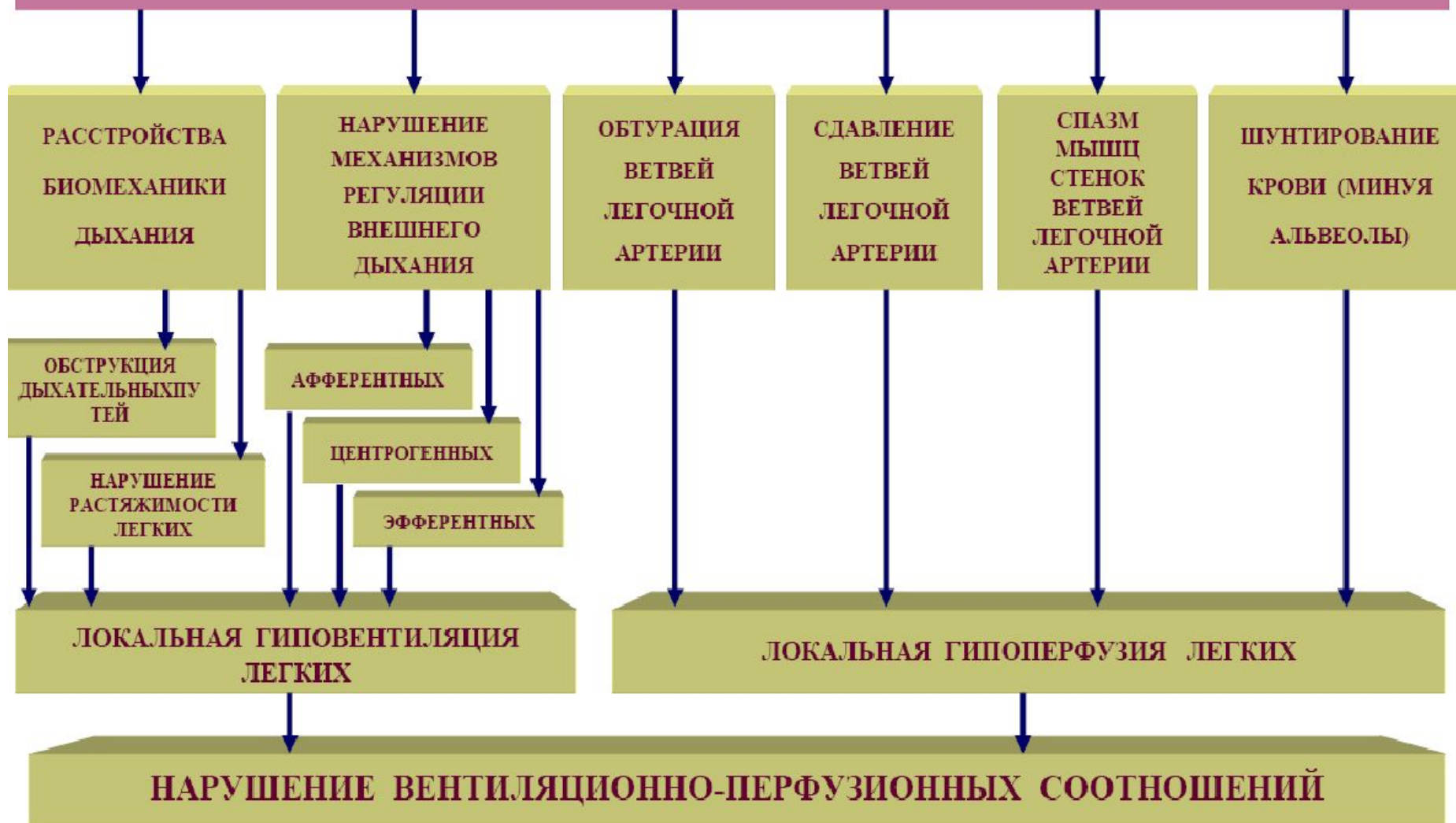
Уменьшение $V/Q < 0,8$ – при альвеолярной гиповентиляции

- обструктивные нарушения
- нарушение эластичности легочной ткани
- деформация грудной клетки
- легочно-плевральные сращения

Увеличение $V/Q > 1,0$ – при усиленном выведении из организма CO_2 , завершается гипокапнией

- При сужении, закупорке тромбами
- Уменьшении кровотока через обменные капилляры
- Увеличение кровотока через внутрилегочные сосуды

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ НАРУШЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННО-ПЕРФУЗИОННЫХ СООТНОШЕНИЙ



Нарушения диффузии кислорода и углекислого газа

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ ДИФфуЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ АЛЬВЕОЛО-КАПИЛЛЯРНОЙ МЕМБРАНЫ

УВЕЛИЧЕНИЕ ТОЛЩИНЫ МЕМБРАНЫ ЗА СЧЕТ:

УТОЛЩЕНИЯ КЛЕТОК
ЭНДОТЕЛИЯ И ЭПИТЕЛИЯ
МЕМБРАНЫ

ОТЕКА
МЕЖМЕМБРАННОГО
ПРОСТРАНСТВА

ВОЗРАСТАНИЯ КОЛИЧЕСТВА
ЖИДКОСТИ НА
ПОВЕРХНОСТИ ЭПИТЕЛИЯ
АЛЬВЕОЛ

УВЕЛИЧЕНИЕ ПЛОТНОСТИ МЕМБРАНЫ ВСЛЕДСТВИЕ:

КАЛЬЦИФИКАЦИИ

ПОВЫШЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА
КОЛЛАГЕНОВЫХ И
ЭЛАСТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН,
МИКРОФИБРИЛЛ,
ФИБРОБЛАСТОВ

ВОЗРАСТАНИЯ ВЯЗКОСТИ
ГЕЛЯ ИНТЕРСТИЦИЯ

Увеличение толщины мембраны

- увеличение толщины клеток эндотелия капилляров и эпителия альвеол (саркоидоз);
- отек межмембранного пространства (скопление жидкости между базальными мембранами эндотелия и эпителия);
- увеличение жидкости на поверхности альвеолярного эпителия (пневмония, отек легких);

Увеличение плотности мембраны вследствие:

- кальцификации
- увеличения коллагеновых, эластических волокон в межальвеолярных перегородках (пневмония, пневмокониоз)
- возрастания вязкости геля интерстициального пространства.