



ФГБОУ ВО РязГМУ им.акад. И. П. Павлова
Министерства здравоохранения Российской Федерации.
Кафедра факультетской хирургии с курсом анестезиологии и
реаниматологии.

Физиология и патофизиология дыхания

Подготовила:
студентка 6 курса 29 группы
лечебного факультета
А. В. Ежова

Рязань 2020

Совокупность процессов, обеспечивающих поступление во внутреннюю среду организма кислорода, использование его для окислительных процессов, и удаление из организма углекислого газа. Он складывается из:

- обмена между атмосферным воздухом и альвеолами — **легочная вентиляция;**
- обмена между альвеолами и кровью — **легочная диффузия;**
- переноса между легочными и системными капиллярами (к тканям и обратно) — **транспорт кровью;**
- обмена между системными капиллярами и клетками — **тканевая диффузия.**

Первые две стадии - **внешнее дыхание**, последние две — **внутренним дыханием**. Потребление клетками O_2 и выделение CO_2 — **клеточное дыхание**.

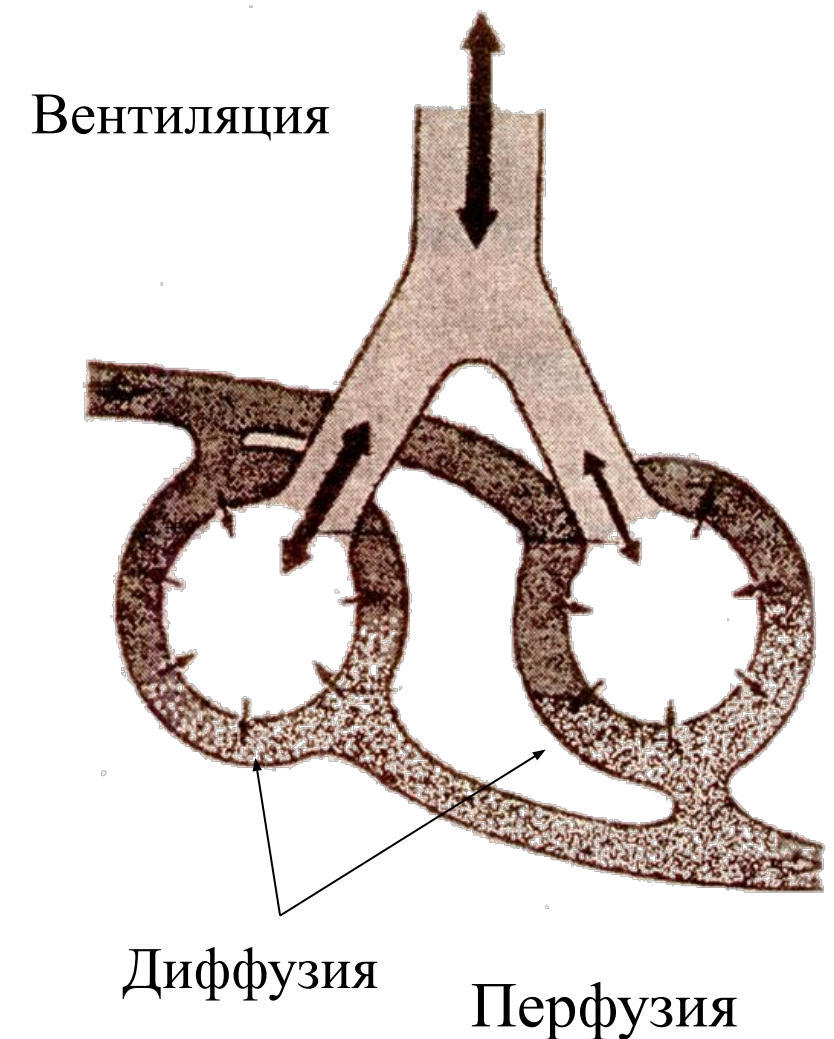
Внешнее дыхание - это обмен газов между внешней средой и альвеолами

Внешнее дыхание – это совокупность процессов, происходящих в легких и обеспечивающих нормальное содержание в крови O_2 и CO_2

В легких происходит 3 основных процесса:

- вентиляция
- диффузия
- перфузия

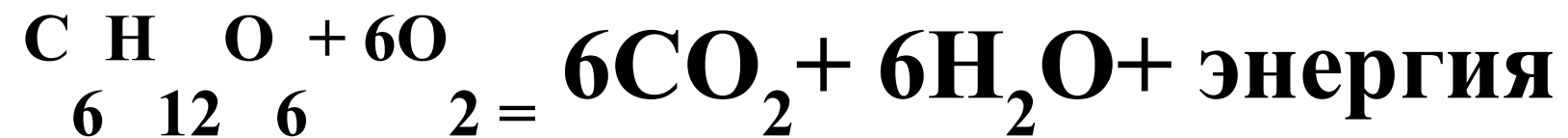
Чередование дыхательных движений (вдоха и выдоха) называется дыхательным циклом (соотношение 1:1,2).



Главная функция легких - газообмен

1. Аэробный метаболизм

Для глюкозы, основного источника энергии клетки, суммарное уравнение превращений таково:



Образовавшаяся энергия (1200 кДж/моль глюкозы) аккумулируется в третьей фосфатной связи при присоединении фосфата к аденозиндифосфату (АДФ): При окислении одной молекулы глюкозы образуется 38 молекул АТФ.

Дыхательный коэффициент

Отношение количества выделенного углекислого газа к количеству поглощенного кислорода.

$$ДК = \frac{CO_2}{O_2}$$

Зависит от того, какие вещества окисляются:

Б 0,8

Ж 0,7

У 1,0

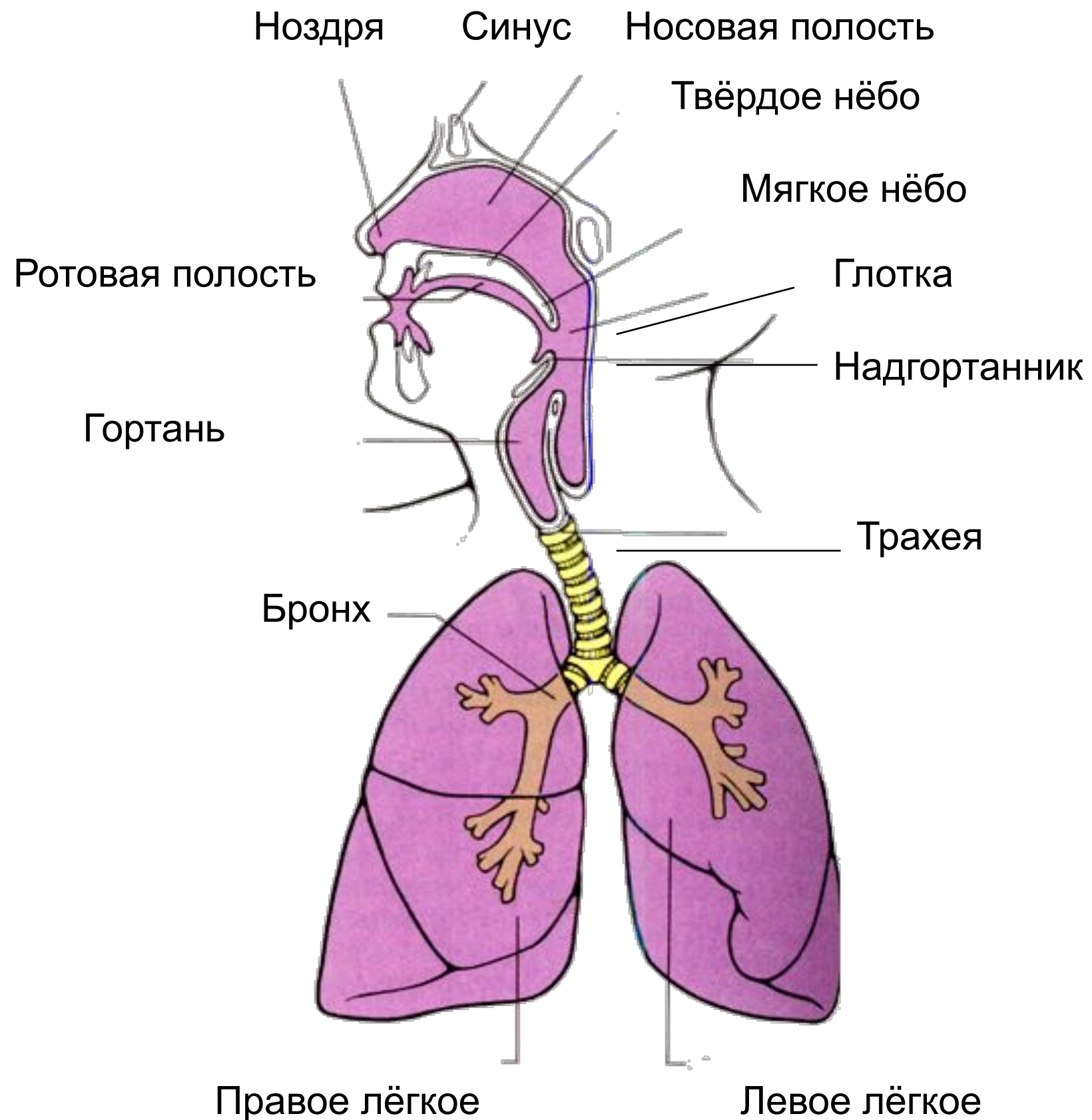
2. Анаэробный

метаболизм

При анаэробном метаболизме, в отличие от аэробного, образуется очень небольшое количество АТФ. В отсутствие кислорода АТФ может синтезироваться только при превращении пирувата в молочную кислоту. В ходе анаэробного метаболизма при окислении каждой молекулы глюкозы образуются две молекулы АТФ (в отличие от 38 молекул АТФ при аэробном распаде). Образовавшаяся энергия равна 61 кДж.

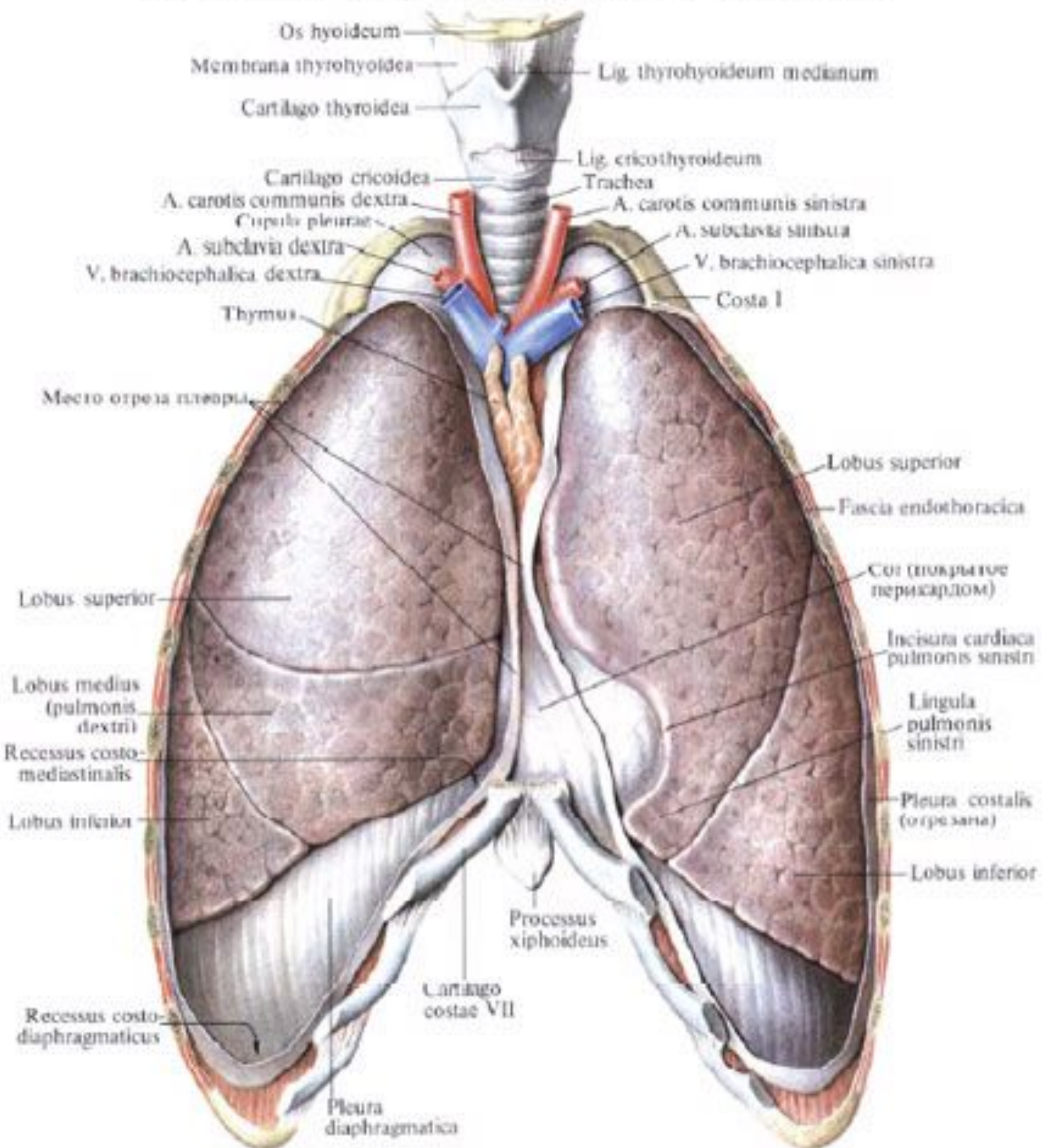
Структура аппарата внешнего дыхания

1. Воздухоносные пути (полость носа, гортань, трахея, бронхи, бронхиолы) и альвеолы легких;
2. Костно-мышечный каркас грудной клетки и плевра;
3. Малый круг кровообращения;
4. Нейрогуморальный аппарат регуляции.

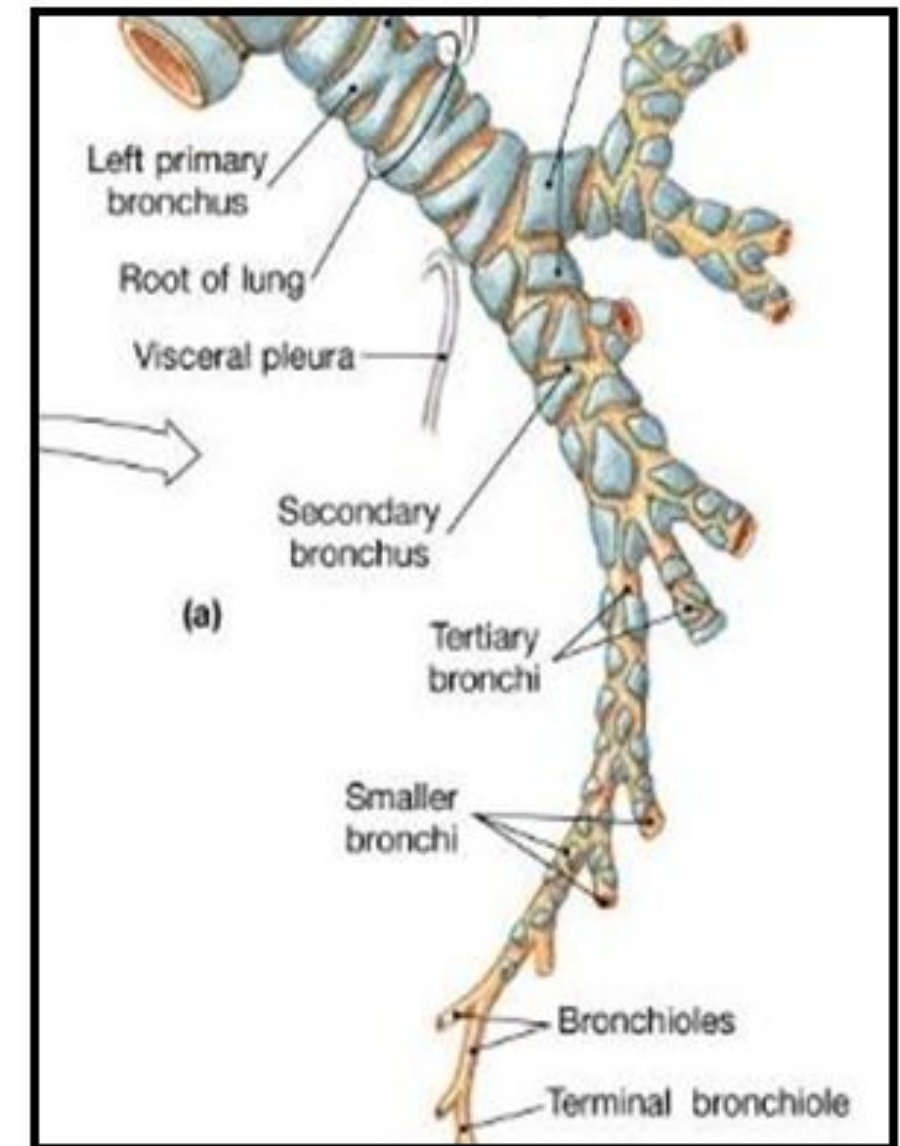
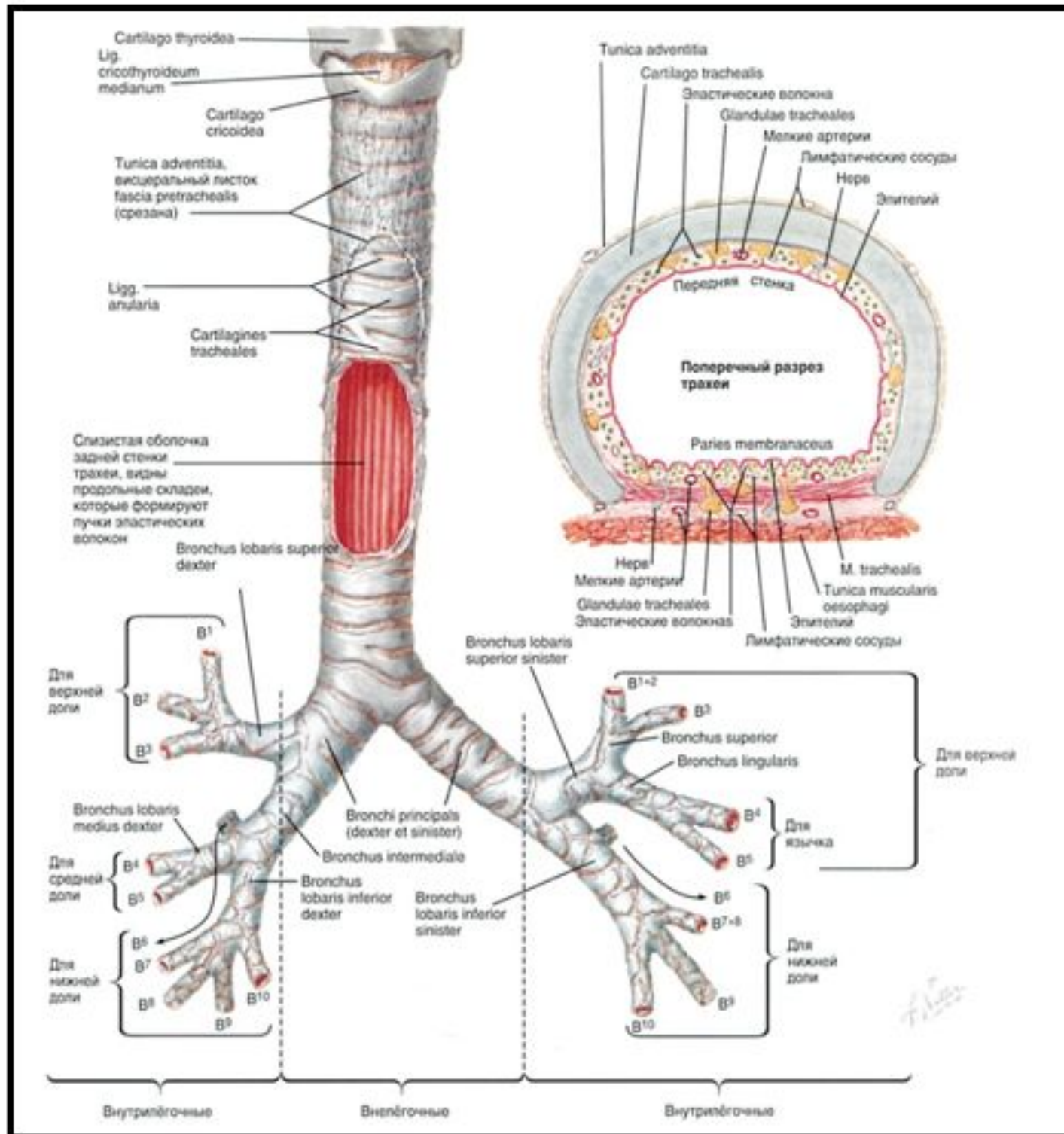


Органы дыхания подразделяются на **воздухоносные пути** (*верхние и нижние*) и **дыхательную** (респираторную) **зону**

**Легкие, pulmones, вид спереди
(переднебоковые стенки грудной стенки удалены)**



Строение трахеобронхиального дерева

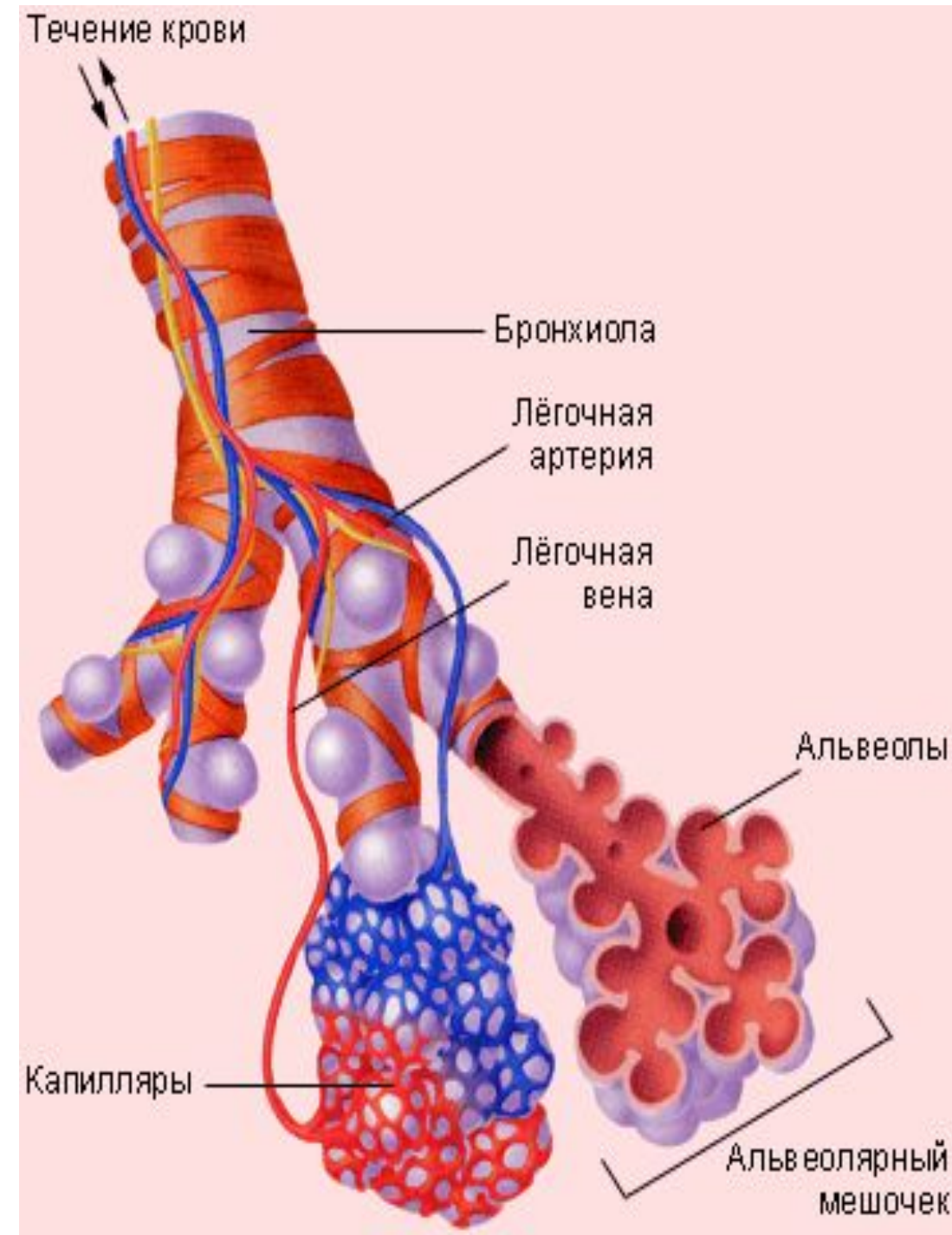


Главные бронхи делятся на долевые и сегментарные ветви. Сегментарные бронхи делятся несколько раз до диаметра 1 мм, переходят в бронхиолы, утрачивая хрящевую структуру.

Ацинус

У взрослого 150 000 ацинусов **суммарная площадь 80 м²**

Легочный ацинус — это функциональная единица легких, вентилируемая конечной бронхиолой, от которой отходят дыхательные бронхиолы, образующие альвеолярные каналы или альвеолярные ходы. В конце каждого альвеолярного канала находятся альвеолы.



Кровообращение в легких. Малый круг кровообращения.

V.

Малый круг кровообращения начинается

в правом желудочке сердца, из которого кровь выходит в легочный ствол. Затем кровь поступает в сосудистую систему легких, разделяющийся на правую и левую легочные артерии.

Легочные артерии разветвляются в легких соответственно ветвлению бронхов на артерии, переходящие в капилляры.

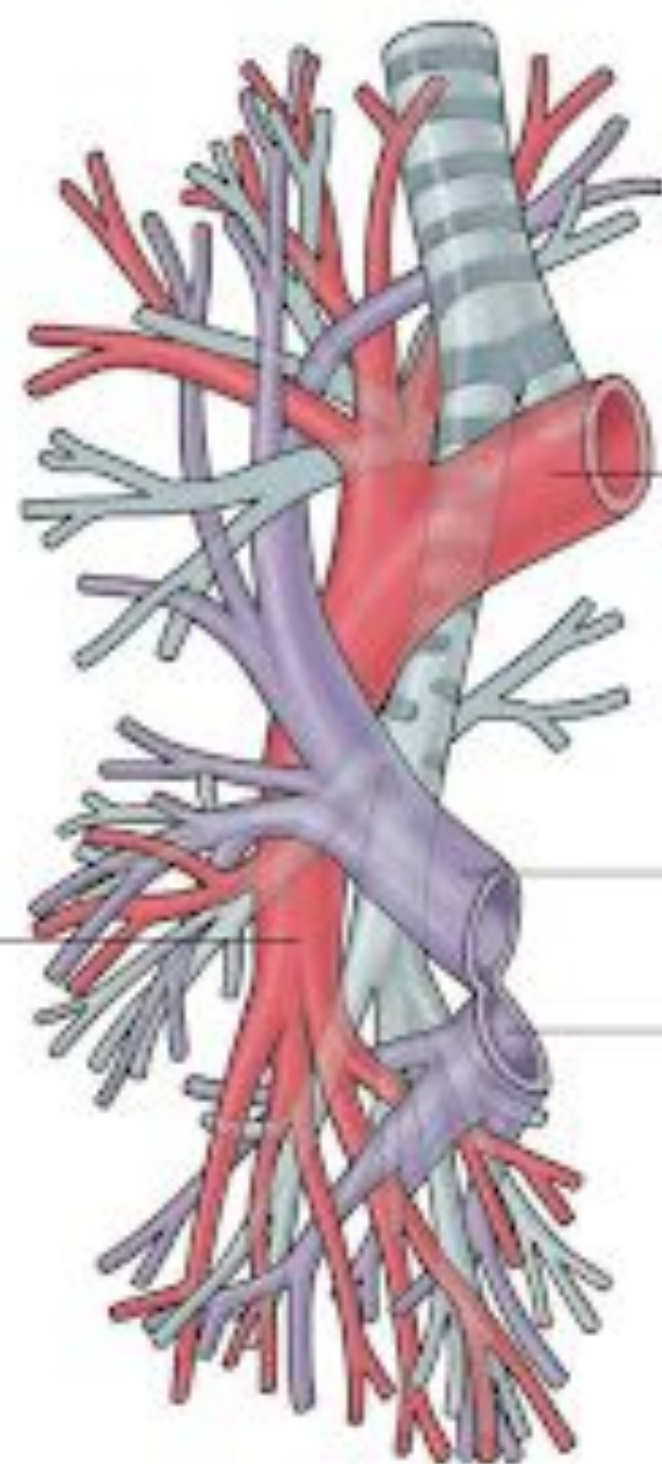
C.

В капиллярных сетях, оплетающих альвеолы, кровь отдает CO_2 и обогащается O_2 .

a.

Из легких артериальная кровь оттекает по четырем крупным легочным венам (по две с каждой стороны) к левому предсердию, где и заканчивается малый круг кровообращения.

Затем, артериальная кровь поступает в левый желудочек сердца.



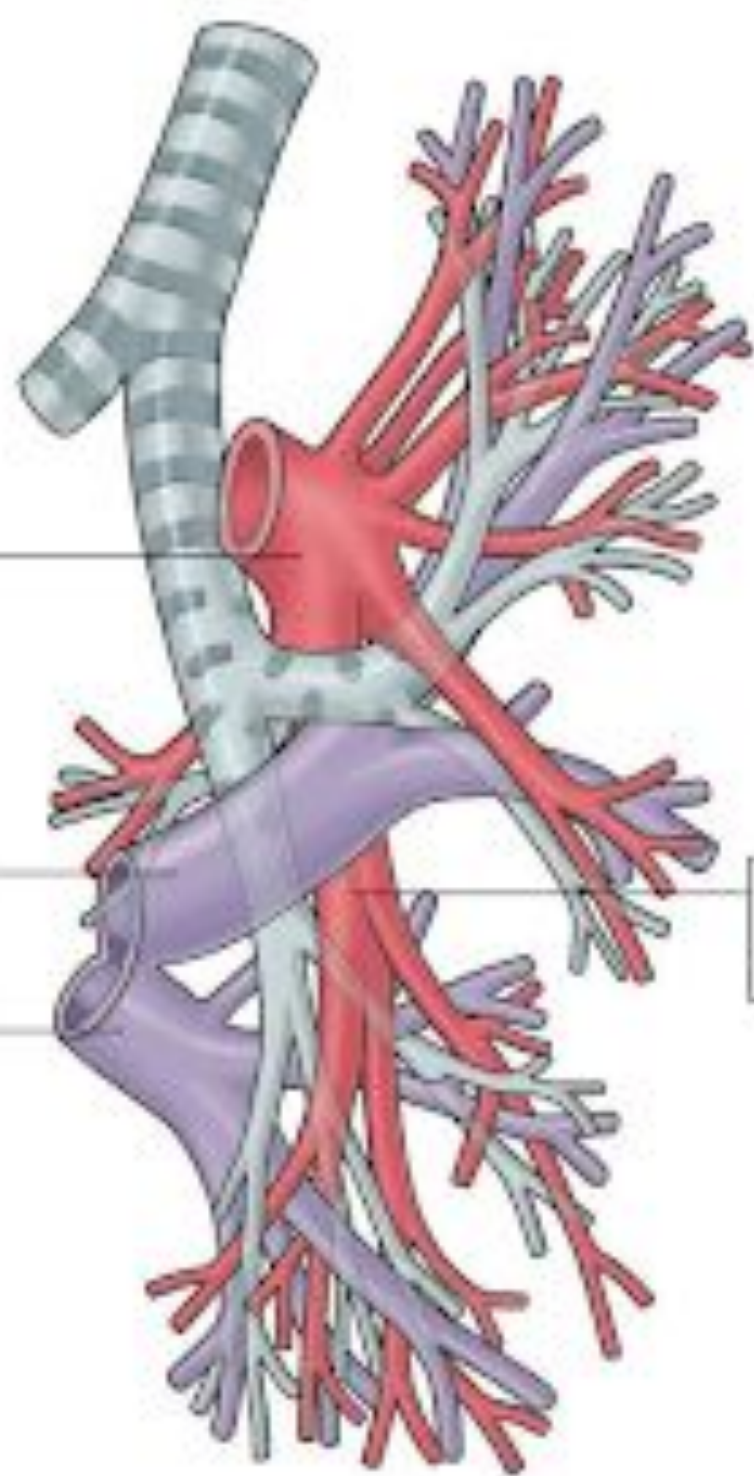
Правая легочная артерия

Левая легочная артерия

Верхние легочные вены

Нижние легочные вены

Нижнедолевая легочная артерия



Нижнедолевая легочная артерия

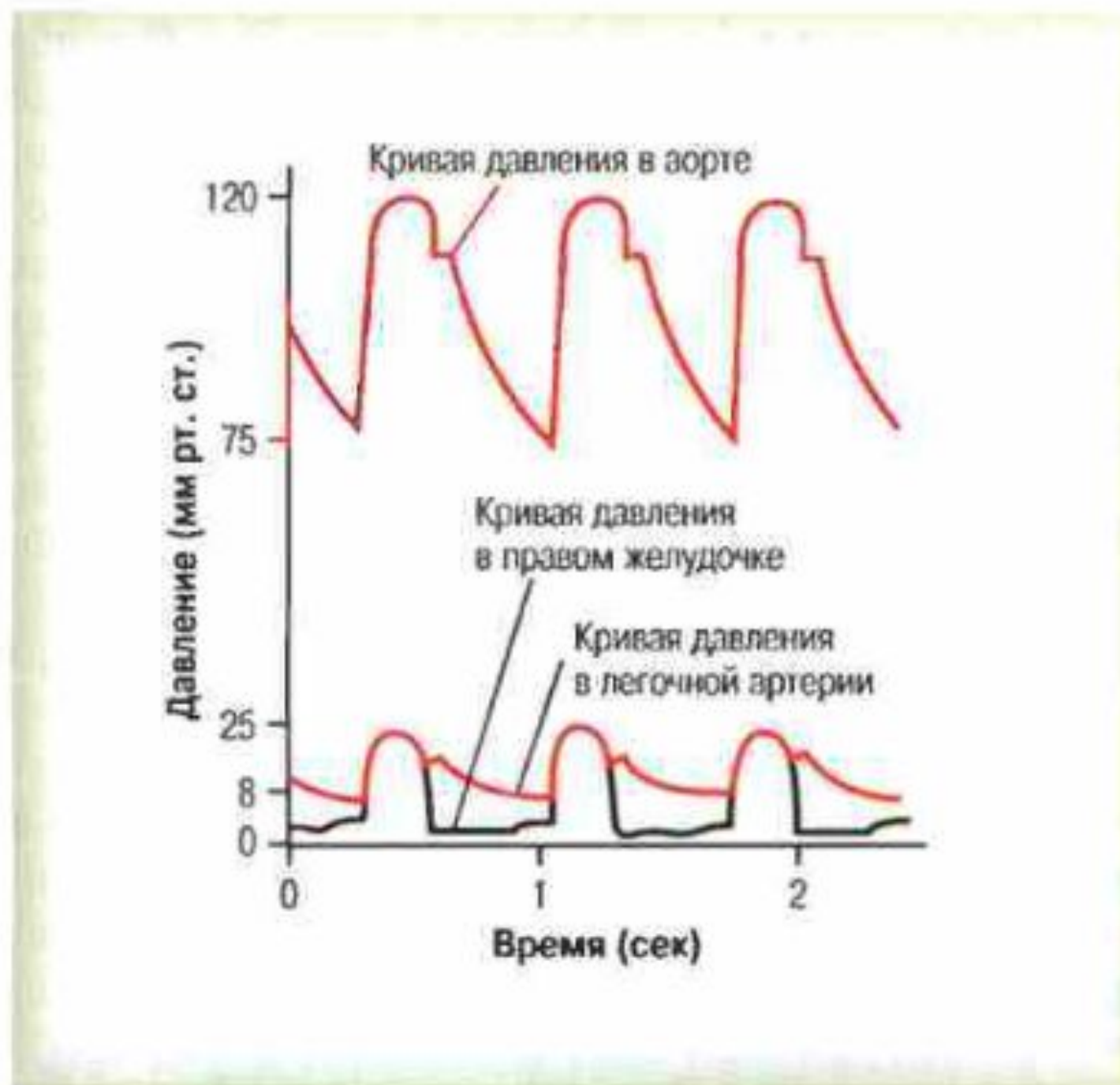


Рис. 38-1

Пульсовые колебания в правом желудочке, легочной артерии и аорте



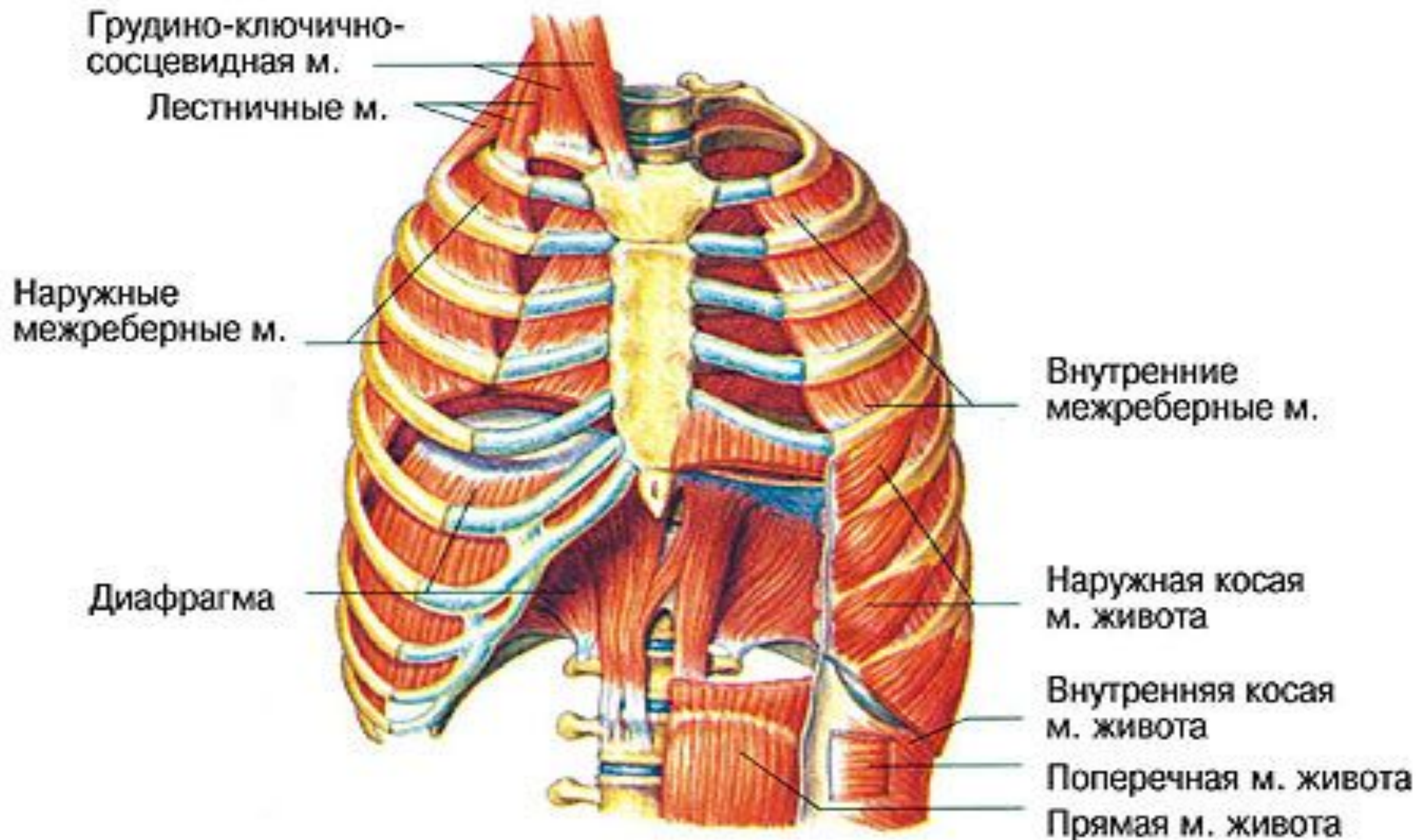
Рис. 38-2

Давление в разных сосудах легких. Д — диастолическое; Ср — среднее; С — систолическое; красная кривая — артериальный пульс

КОСТНО-МЫШЕЧНЫЙ КАРКАС

**МЫШЦЫ ВДОХА
(ИНСПИРАТОРНЫЕ МЫШЦЫ)**

**МЫШЦЫ ВЫДОХА
(ЭКСПИРАТОРНЫЕ МЫШЦЫ)**

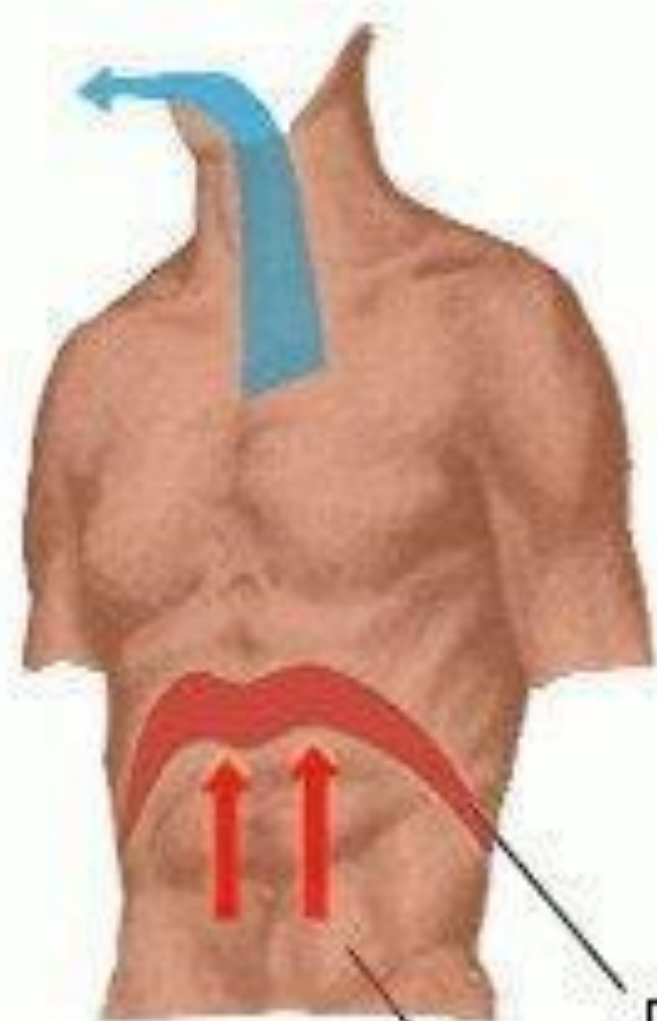


Механизм вдоха и выдоха

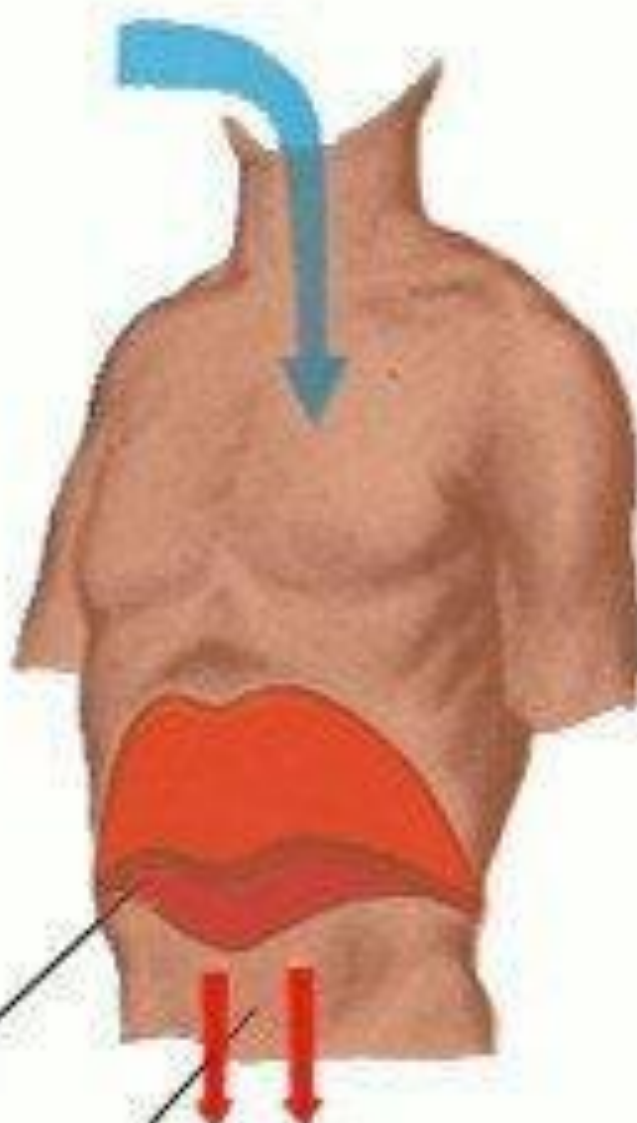
- **Вдох (инспирация)** – это активный процесс, происходящий при сокращении мышц. Главная мышца вдоха – **диафрагмальная**, расширяет грудную клетку в вертикальном направлении.
- **Наружные косые межреберные и межхрящевые мышцы** способствуют расширению грудной клетки во фронтальном и сагиттальном направлениях. При глубоком вдохе подключаются грудные мышцы, мышцы плечевого пояса.
- **Выдох (экспирация)** совершается пассивно при расслаблении инспираторных мышц. Глубокий выдох обеспечивают мышцы передней брюшной стенки и внутренние косые межреберные мышцы.

а

Выдох



Вдох

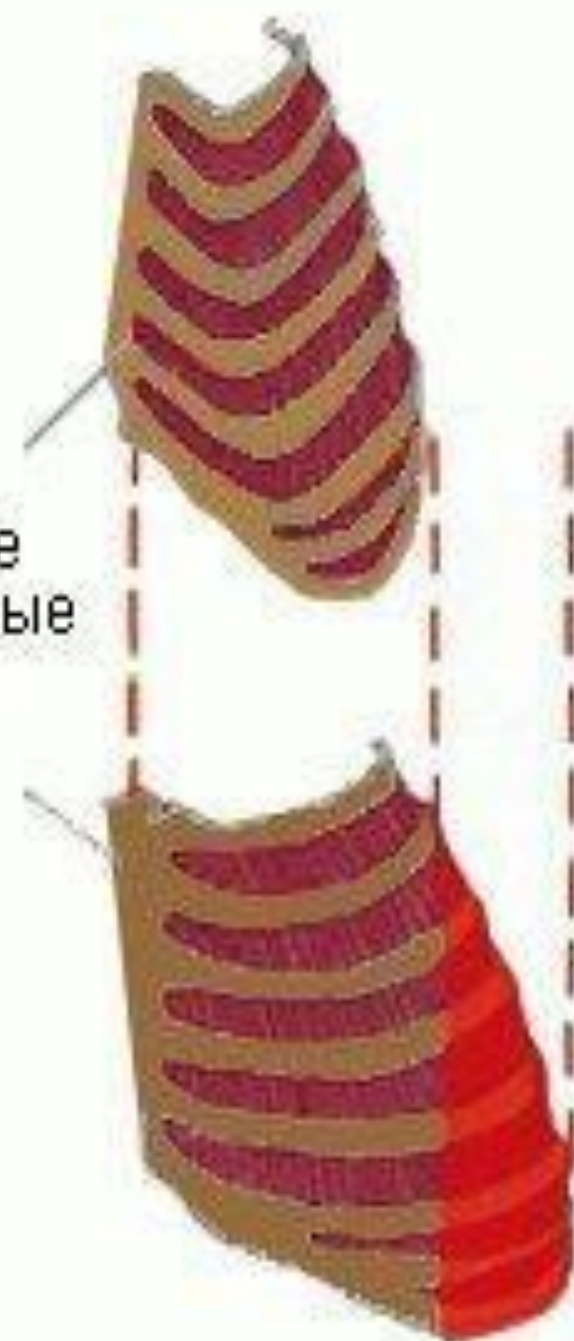


Диафрагма

Мышцы
брюшного пресса

б

Наружные
межреберные
мышцы



Плевральная щель

- Это узкое пространство между **висцеральным** листком плевры покрывающим легкое снаружи и **париетальным** листком, выстилающим грудную полость изнутри. Оно заполнено серозной жидкостью (внутриплевральная жидкость).
- Давление в плевральной щели всегда меньше атмосферного давления (760 мм рт.ст.). Поэтому его называют – **отрицательным давлением**. При спокойном вдохе оно составляет – 6-9 мм рт.ст., при глубоком вдохе – 20 мм рт.ст. На выдохе – 2-3 мм рт.ст.

Плевральное давление

Плевральное давление - это давление жидкости в узкой щели между легочным и париетальным листками плевры.

$P_{\text{плевр.}} = P_{\text{альв.}} - P_{\text{эласт. тяги легких}}$

Т.о., между внутренней поверхностью альвеол и плевральной полостью существует разность давлений, которая **всегда в пользу альвеолярного пространства.**

Альвеолярное давление

Альвеолярное давление - это давление воздуха внутри альвеол.

При открытой гортани и отсутствии движения воздуха к легким или от них давление во всех дыхательных путях одинаково и равняется атмосферному, которое считается нулевым уровнем давления в дыхательных путях, т.е. 0 см.вод.ст.

Транспульмональное давление

Разницу между давлением в альвеолах и давлением в плевральной полости называют транспульмональным давлением.

$$P_{\text{транспульм.}} = P_{\text{альв.}} - P_{\text{плевр.}}$$

Транспульмональное давление это тот градиент давлений, который поддерживает легкие в расправленном состоянии (давление «изнутри» выше давления «снаружи»).

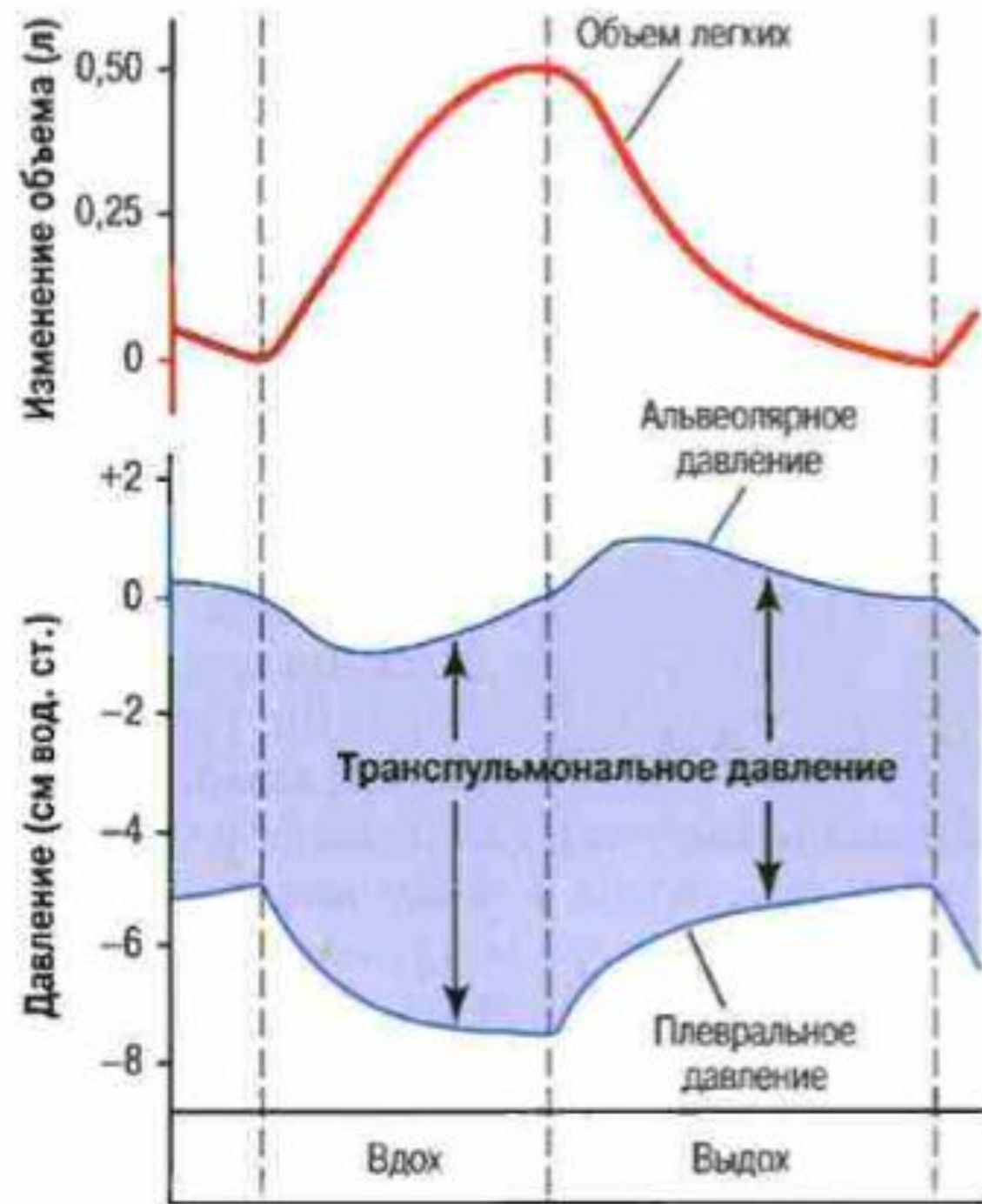
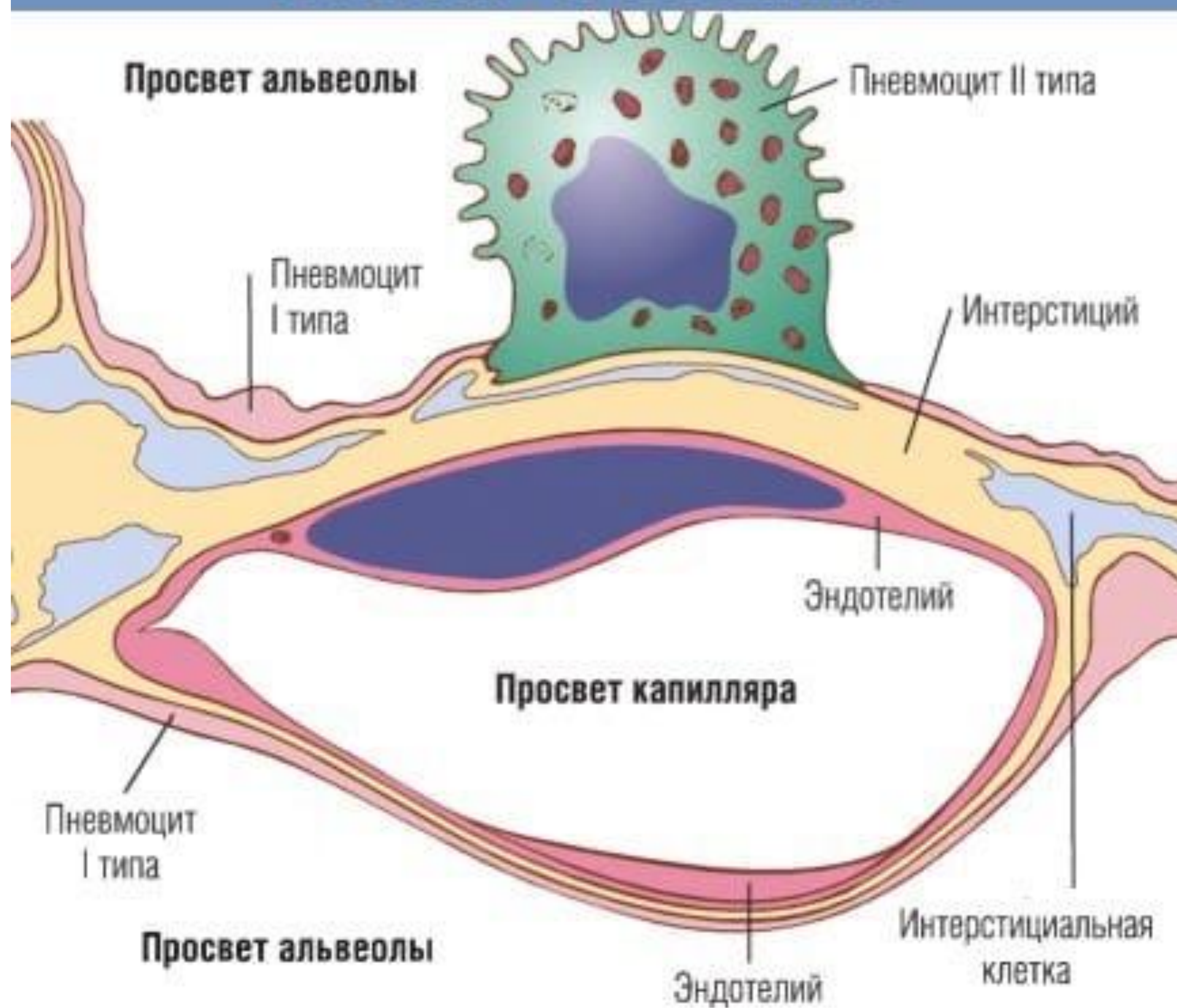


Рис. 37-2

Колебания величин легочного объема, альвеолярного давления, плеврального давления и транспульмонального давления во время нормального дыхания

Стенка альвеолы



Легочный сурфактант

Пленка жидкости, выстилающая внутреннюю поверхность альвеол, содержит вещество, **понижающее поверхностное натяжение**. Это вещество называется **сурфактант**, который обеспечивает во-первых, повышение растяжимости легких и уменьшении работы, совершаемой во время вдоха, во-вторых, обеспечивает стабильности альвеол препятствуя их слипанию.

Эластическая тяга легкого

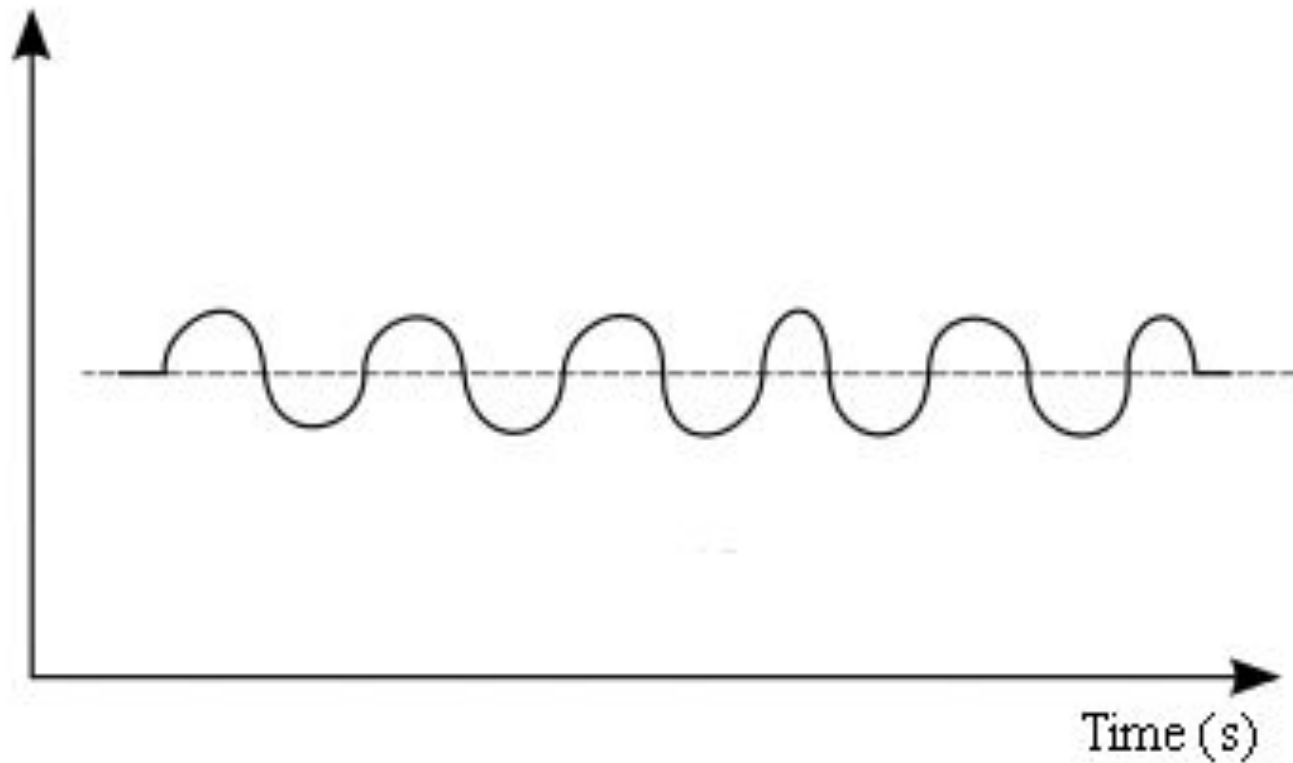
- Отрицательное давление в плевральной щели поддерживается **эластической тягой легкого (ЭТЛ)**, т.е. стремлением легкого сжаться.
- Оно обусловлена 3 факторами:
 - а) эластическими и коллагеновыми волокнами альвеол;
 - б) тонусом гладких мышц сосудов и бронхиол;
 - в) **сурфактантом** - внутренней выстилкой альвеол, состоящей из фосфолипидов и белка.

Сурфактант снижает поверхностное натяжение жидкости в альвеолах. Причем, тем сильнее, чем меньше радиус альвеолы: тем самым он препятствует спадению мелких альвеол.

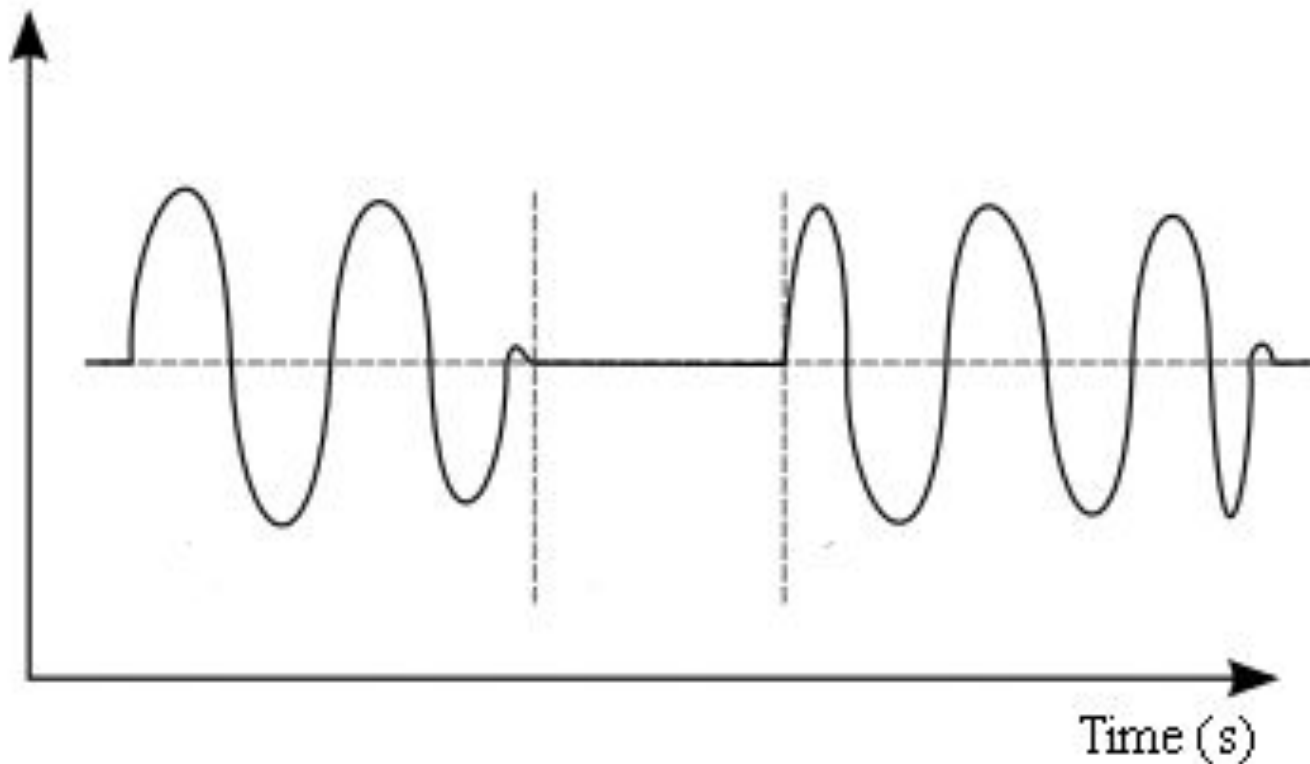
Патологические типы дыхания

1. **Гаспиг дыхание** – терминальное тип дыхания: редкие судорожные вдохи-выдохи. Возникает при резкой гипоксии мозга.
2. **Дыхание типа Чейна-Стокса** – характеризуется постепенным возрастанием и снижением амплитуды дыхания с возникновением паузы. Отмечается при нарушении работы дыхательных нейронов продолговатого мозга.
3. **Атактический тип дыхания** – неравномерное, хаотическое, нерегулярное дыхание. Такое дыхание наблюдается при нарушении связи продолговатого мозга с варолиевым мостом.
4. **Дыхание Биота** – между нормальными дыхательными циклами возникают длительные паузы – до 30 с. Такое дыхание возникает при повреждении дыхательных нейронов варолиевского моста;
6. **Дыхательная апраксия** – при этом больной не способен произвольно менять глубину и частоту дыхания. Отмечается при поражении лобных долей.
7. **Нейрогенная гипервентиляция** – при нарушении структур среднего мозга.
8. **Апнейстическое дыхание (апнейзис)** – отмечается длительный вдох и короткий выдох (при перерезке блуждающего нерва);

Нормальное дыхание



Дыхание Биота

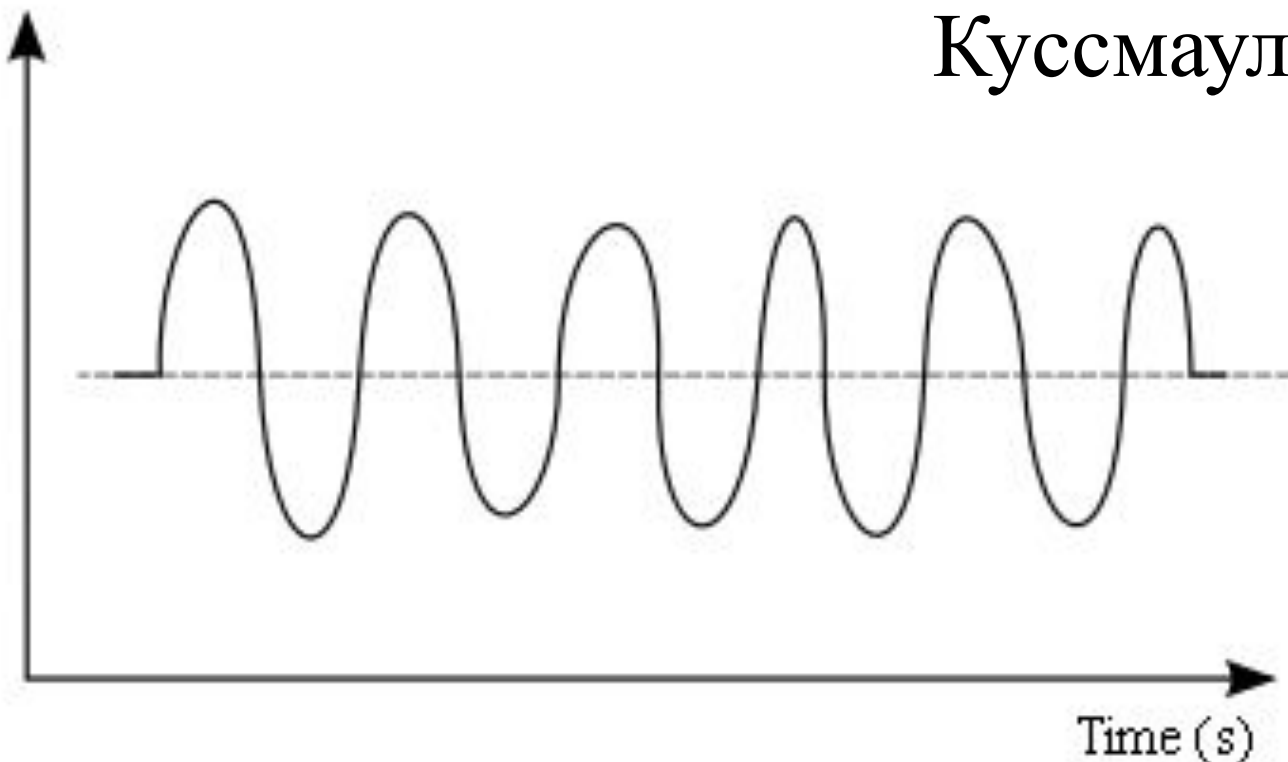


характеризуется чередованием равномерных ритмических дыхательных движений и длительных (до полуминуты и более) пауз:

при органических поражениях мозга, расстройствах кровообращения, интоксикации, шоке, других тяжёлых состояниях организма, сопровождающейся глубокой гипоксией головного мозга.

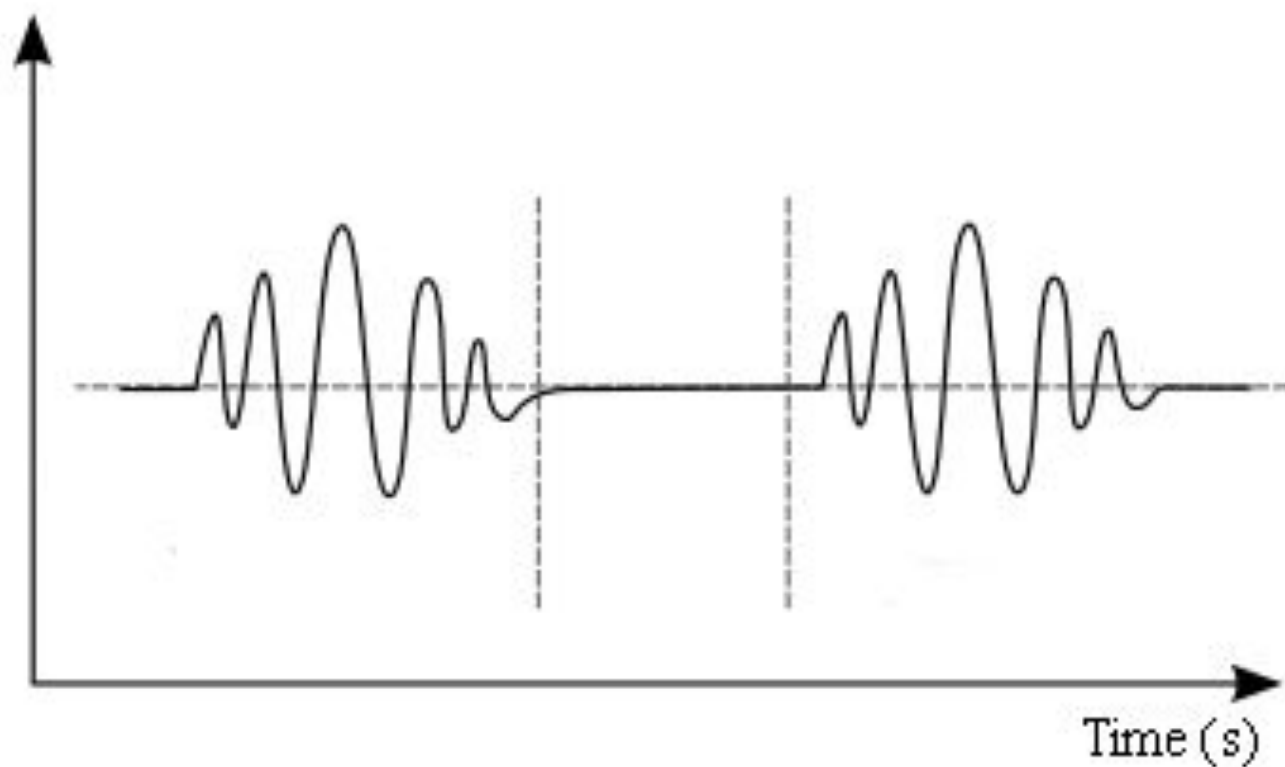
Дыхание

Куссмауля глубокое, редкое, шумное дыхание, является одной из форм проявления гипервентиляции, часто ассоциируется:



с тяжёлым метаболическим ацидозом (при сахарном диабете), ацетонемическим синдромом (недиабетическим кетоацидозом), терминальной стадии почечной недостаточности, сепсисом.

Дыхание Чейна-Стокса



развивается при снижении чувствительности дыхательного центра к CO_2 : во время фазы апноэ снижается парциальное напряжение кислорода в артериальной крови (PaO_2) и нарастает парциальное напряжение углекислого газа (гиперкапния), что приводит к возбуждению дыхательного центра, и вызывает фазу гипервентиляции и гипокапнии (снижение PaCO_2):

черепно-мозговая травма, гидроцефалия, интоксикация, выраженный атеросклероз сосудов головного мозга, сердечная недостаточность.

ТИПОВЫЕ ФОРМЫ РАССТРОЙСТВ ГАЗООБМЕННОЙ ФУНКЦИИ ЛЁГКИХ

**РАССТРОЙСТВА
ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ**

**НАРУШЕНИЯ
ПЕРФУЗИИ ЛЕГКИХ**

**НАРУШЕНИЯ
ВЕНТИЛЯЦИОННО-
ПЕРФУЗИОННОГО
СООТВЕТСТВИЯ**

**НАРУШЕНИЕ ДИФФУЗИИ
ГАЗОВ ЧЕРЕЗ
АЭРОГЕМАТИЧЕСКУЮ
МЕМБРАНУ**

НАРУШЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИИ



Гиповентиляция



Гипервентиляция



Неравномерная
вентиляция

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

РАССТРОЙСТВА
БИОМЕХАНИКИ
ДЫХАНИЯ

ОБСТРУКЦИЯ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ПУТЕЙ

НАРУШЕНИЕ
РАСТЯЖИМОСТИ
ЛЕГКИХ

НАРУШЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ
РЕГУЛЯЦИИ ВНЕШНЕГО
ДЫХАНИЯ

ЦЕНТРОГЕННЫХ
(НЕЙРОГЕННЫХ)

ЭФФЕРЕНТНЫХ

АФФЕРЕНТНЫХ

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ОБСТРУКТИВНОГО ТИПА ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ

**ОБСТРУКЦИЯ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ПУТЕЙ**

**СПАЗМ МЫШЦ
БРОНХОВ И/ИЛИ
БРОНХИОЛ**

**СДАВЛЕНИЕ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ
ПУТЕЙ**

**ЭКСПИРАТОРНАЯ
КОМПРЕССИЯ
МЕЛКИХ БРОНХОВ
И/ИЛИ БРОНХИОЛ**

**СПАЗМ
МЫШЦ
ГОРТАНИ**

ОСНОВНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ ОБСТРУКТИВНОГО ТИПА

СНИЖЕНИЕ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ

ЖИЗНЕННОЙ
ЁМКОСТИ
ЛЕГКИХ (ЖЕЛ)

ОБЪЕМА
ФОРСИРОВАННОГО
ВЫДОХА ЗА 1 с (ФЖЕЛ₁)

СНИЖЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ФЖЕЛ₁ /
ЖЕЛ
(индекса Тиффно)

УВЕЛИЧЕНИЕ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ

ОСТАТОЧНОГО
ОБЪЕМА ЛЕГКИХ
(ООЛ)

ОТНОШЕНИЯ
ООЛ / ОЁЛ

СОХРАНЕНИЕ
В ДИАПАЗОНЕ
НОРМЫ

ОБЩЕЙ ЁМКОСТИ
ЛЕГКИХ (ОЁЛ)

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ РЕСТРИКТИВНОГО ТИПА ГИПОВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ

ВНУТРИЛЁГОЧНЫЕ

СНИЖЕНИЕ РАСТЯЖИМОСТИ ЛЕГКИХ ПРИ:

ФИБРОЗНЫХ
ПРОЦЕССАХ
В НИХ

НЕДОСТАТОЧНОСТИ
СУРФАКТАНТНОЙ
СИСТЕМЫ

АТЕЛЕКТАЗАХ

ДИФFUЗНЫХ
ОПУХОЛЯХ

ВНЕЛЁГОЧНЫЕ

СДАВЛЕНИЕ ГРУДНОЙ
КЛЕТКИ

СНИЖЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ
СУСТАВОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

НАЛИЧИЕ В ГРУДНОЙ КЛЕТКЕ
КРОВИ, ЭКССУДАТА, ТРАССУДАТА,
ВОЗДУХА

ОКОСТЕНЕНИЕ ХРЯЩЕЙ
РЕБЕР

ПЛЕВРИТЫ

ФИБРОЗ ПЛЕВРЫ

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИИ ЛЁГКИХ

ИЗБЫТОЧНАЯ
ИСКУССТВЕННАЯ
ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЁГКИХ

НЕВРОТИЧЕСКИЕ
СОСТОЯНИЯ

СТРЕСС – РЕАКЦИИ

ОРГАНИЧЕСКИЕ
ПОВРЕЖДЕНИЯ МОЗГА

ГИПЕРТЕРМИЧЕСКИЕ
СОСТОЯНИЯ

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

Дыхательная недостаточность

- Патологическое состояние, при котором система внешнего дыхания не обеспечивает уровня газообмена, необходимого для оптимальной реализации функций организма

Основные типы ДН

Тип дыхательной недостаточности

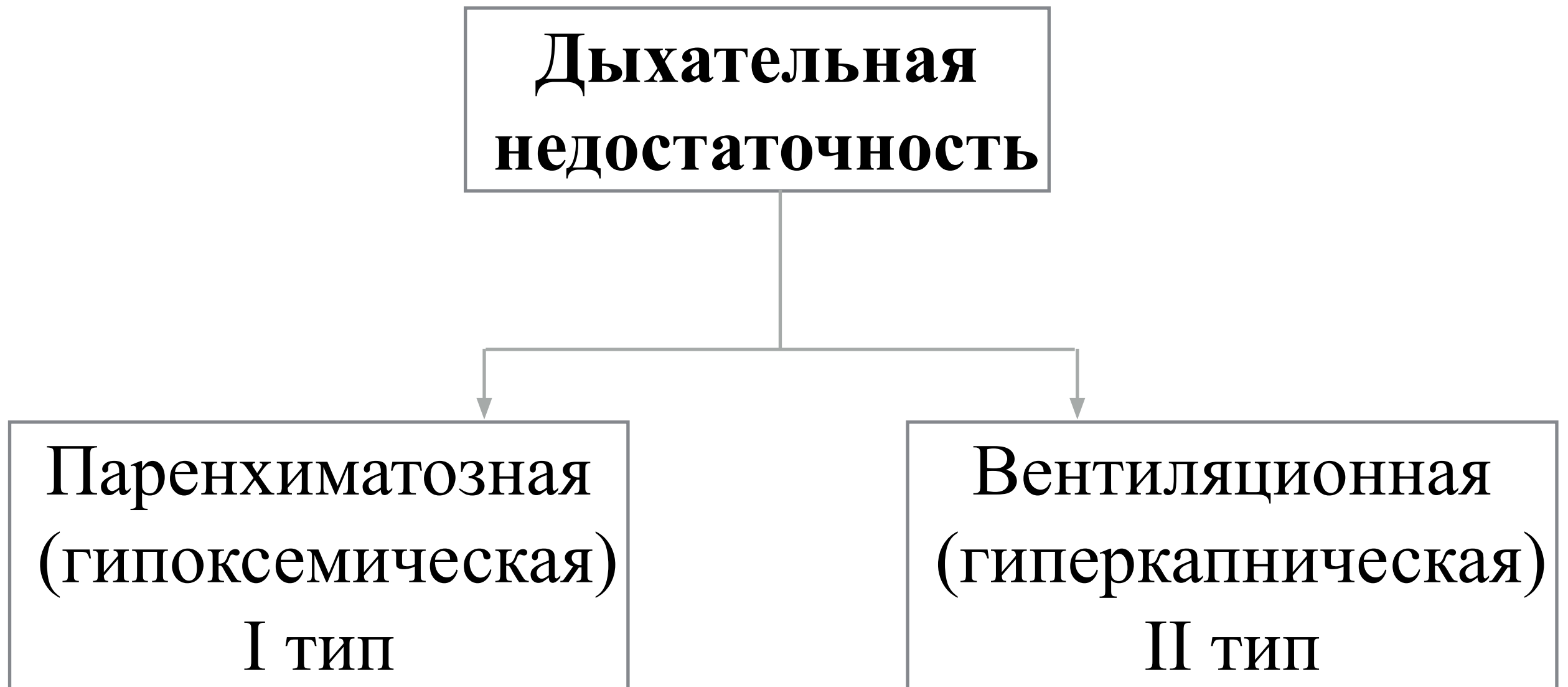
```
graph TD; A[Тип дыхательной недостаточности] --> B[Обструктивный  
(сужение просвета ДП)]; A --> C[Рестриктивный  
(снижение эластичности легких  
или грудной клетки)]; A --> D[Смешанный];
```

Обструктивный
(сужение просвета ДП)

Рестриктивный
(снижение эластичности легких
или грудной клетки)

Смешанный

Основные формы ОДН (по характеру расстройств газообмена)



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

Спасибо за внимание !