


Дыхание

 Путь поступления кислорода, использования его в окислительных процессах и обратный транспорт образовавшегося углекислого газа составляет единую систему дыхания

Дыхание

- **Внешнее**
(изучается
на физиологии)

- **Внутреннее**
(изучается
на биохимии)

Система транспорта газов

СОСТОИТ ИЗ:

дыхательных путей

легких

**сердечно-сосудистой
системы**

крови

Потребление кислорода

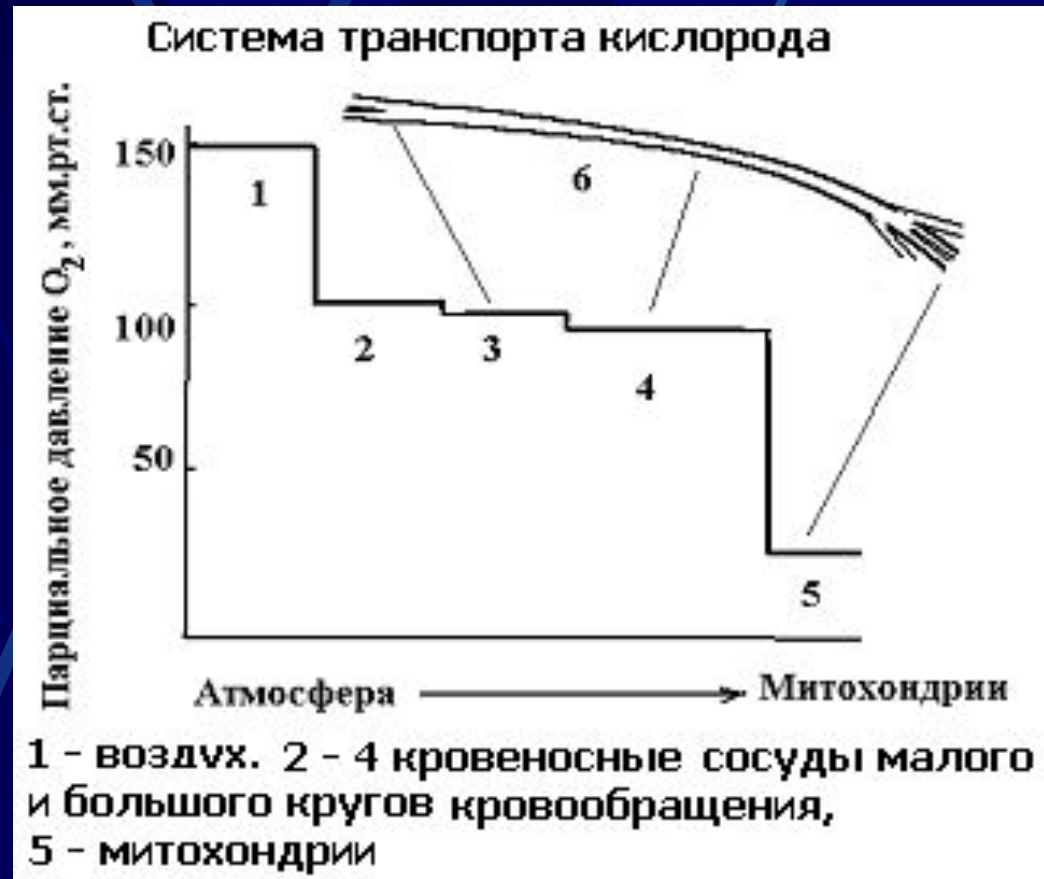
- Суммарным показателем активности всей дыхательной системы является *потребление кислорода за 1 мин (ПК)*. У взрослого человека в состоянии покоя ПК около 3,5 мл/мин/кг.
- При физической работе появляется форсированное дыхание – *одышка*, за счет чего повышаются функциональные возможности дыхания.
- Одышка возникает и при многих заболеваниях, так или иначе нарушающих функцию системы дыхания.

Механизмы газопереноса

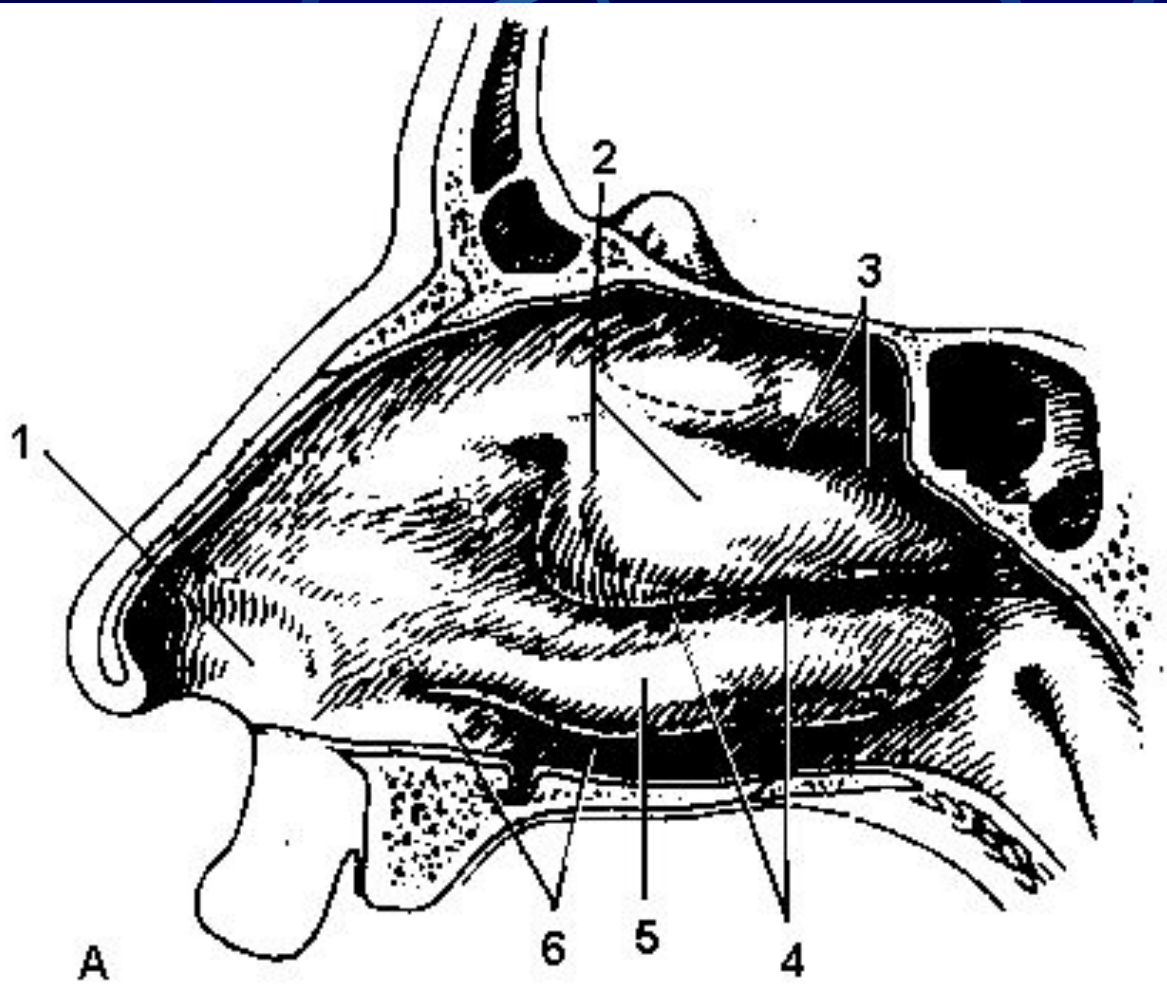
- Конвекция (convectio - принесение, струйное перемещение масс газа, жидкости). Основой ее является *градиент давления*. Для создания градиента давления требуется затратить энергию.
- Другой путь газопереноса - *диффузия*. Движущей силой диффузии является *градиент концентрации газа* ($\Delta P = P_1 - P_2$): чем он выше, тем интенсивнее газообмен.

Парциальное давление

- Часть давления (pars), которая создается одним газом в газовой смеси, называется парциальным давлением
- (обозначается: P_{O_2} , P_{CO_2}).

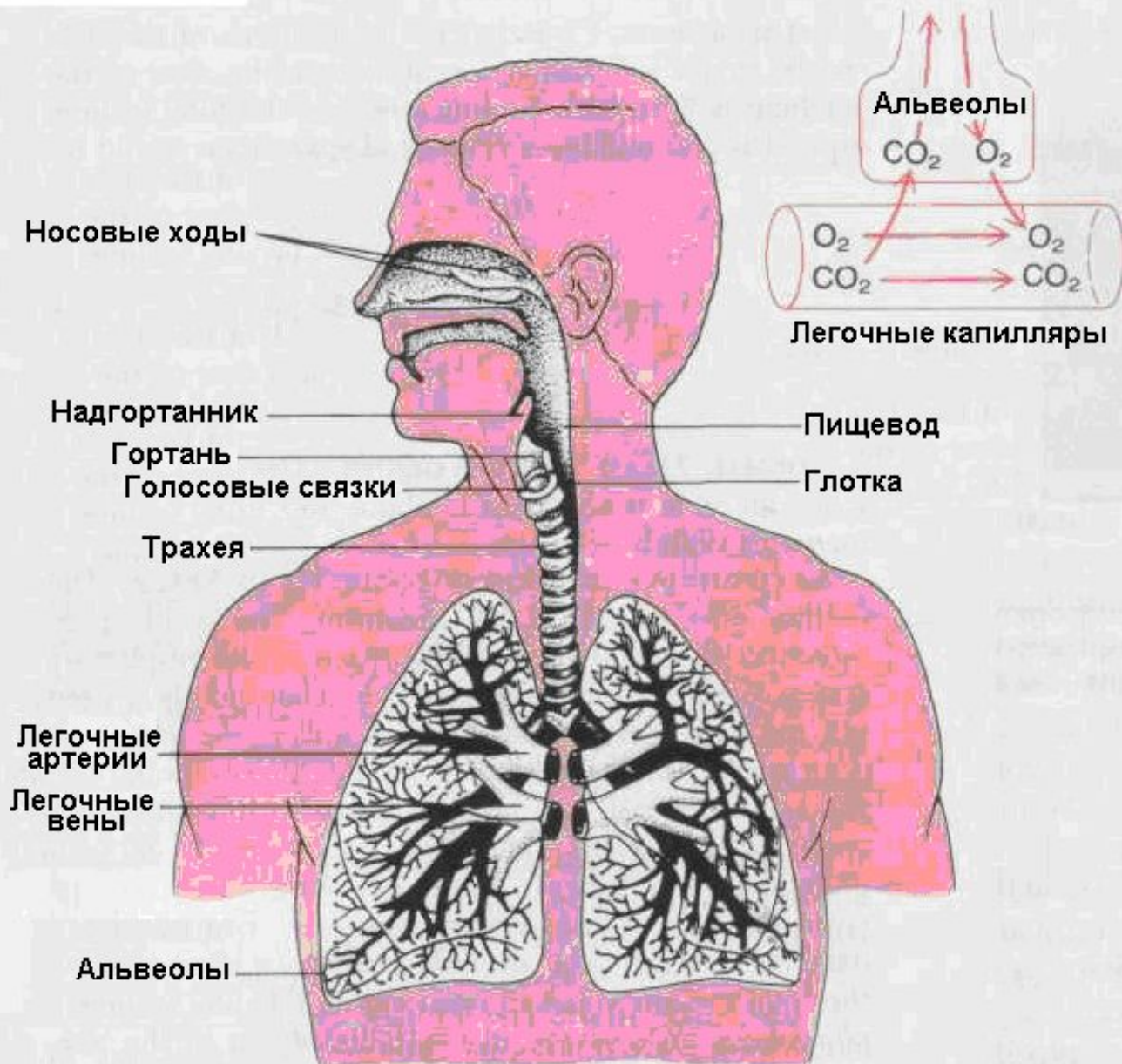


Носовые ходы (начало дыхательных путей)



1 – ноздри,
3 – верхний,
4 – средний,
6 – нижний.

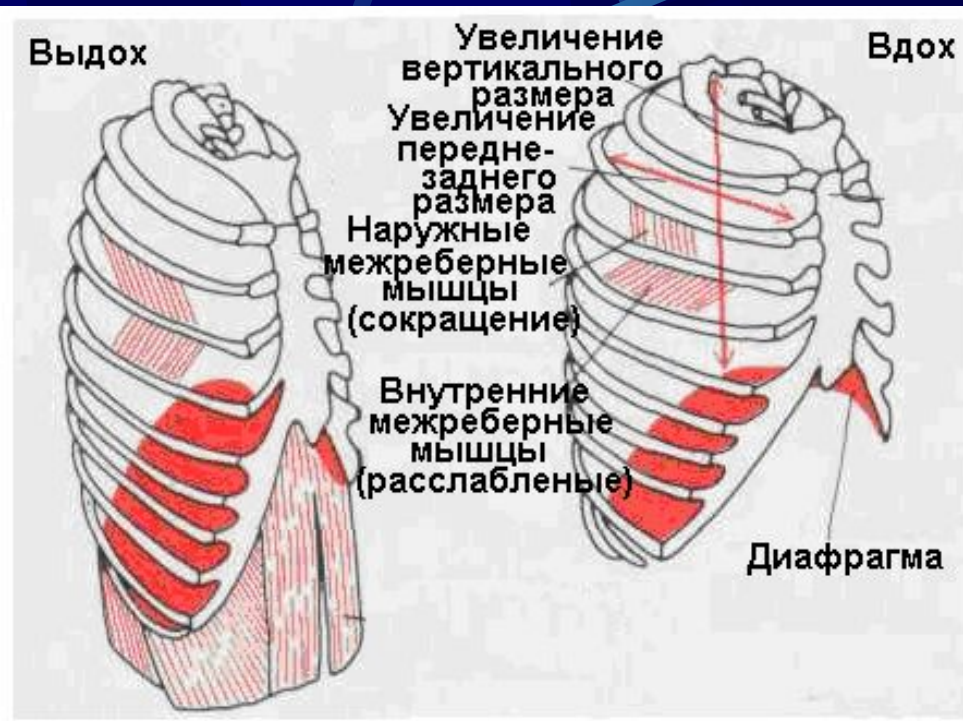
Воздухоносные пути



Функции воздухоносных путей

- 1. **Согревание.** Проходящий по дыхательным путям воздух согревается, благодаря тесному контакту с широкой сетью кровеносных капилляров подслизистого слоя.
- 2. **Увлажнение.** Вне зависимости от влажности атмосферы в легких воздух насыщен до 100% парами воды.
- 3. Воздух, проходя по дыхательным путям, во время выдоха частично успевает вернуть слизистым, как тепло, так и воду. Таким путем в воздухоносных путях совершается **регенерация воздуха**. Но все же часть тепла и воды может выделяться. Выраженность этих процессов во многом зависит от состояния окружающей среды и глубины дыхания.
- 4. **Очищение** (защитная функция).

Механизм вдоха и выдоха

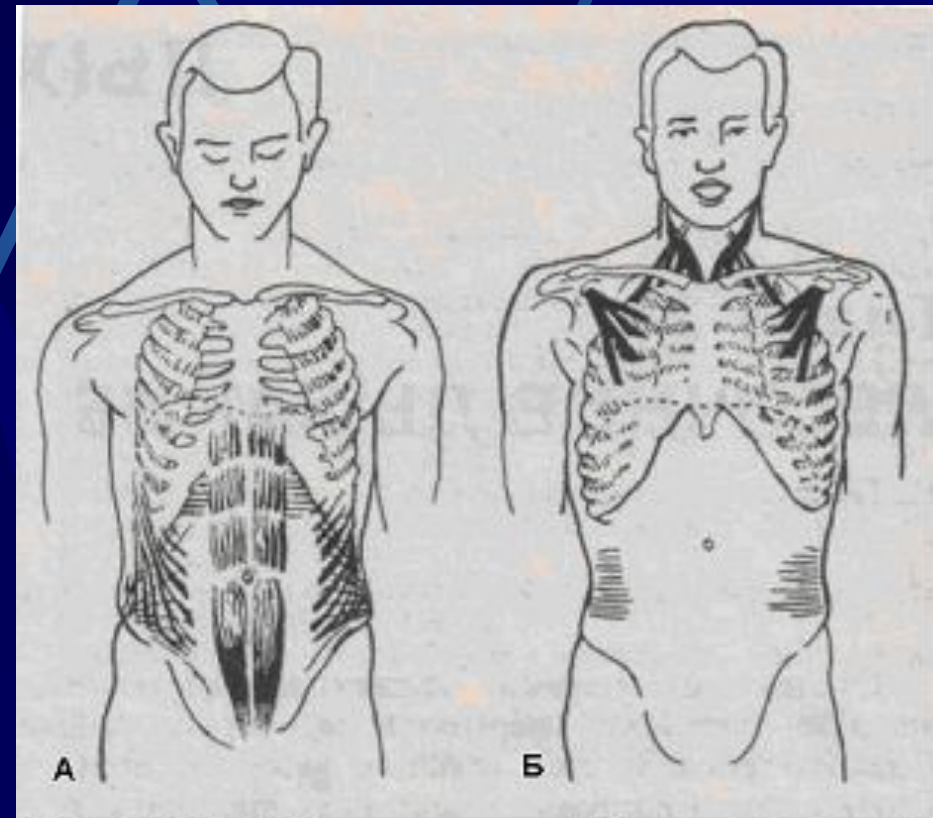
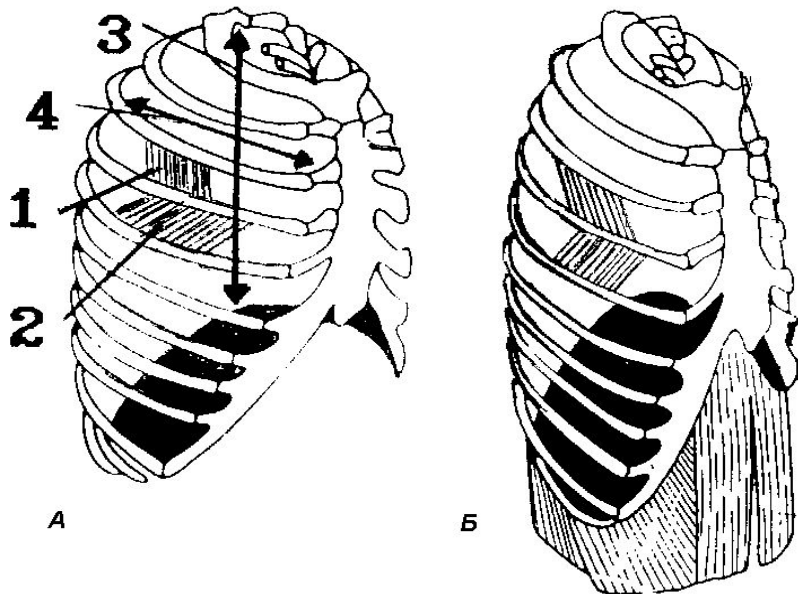


- Дыхание активный процесс, который обеспечивается сокращением скелетных мышц.
- Различают основные и вспомогательные дыхательные мышцы.

Дыхательные мышцы

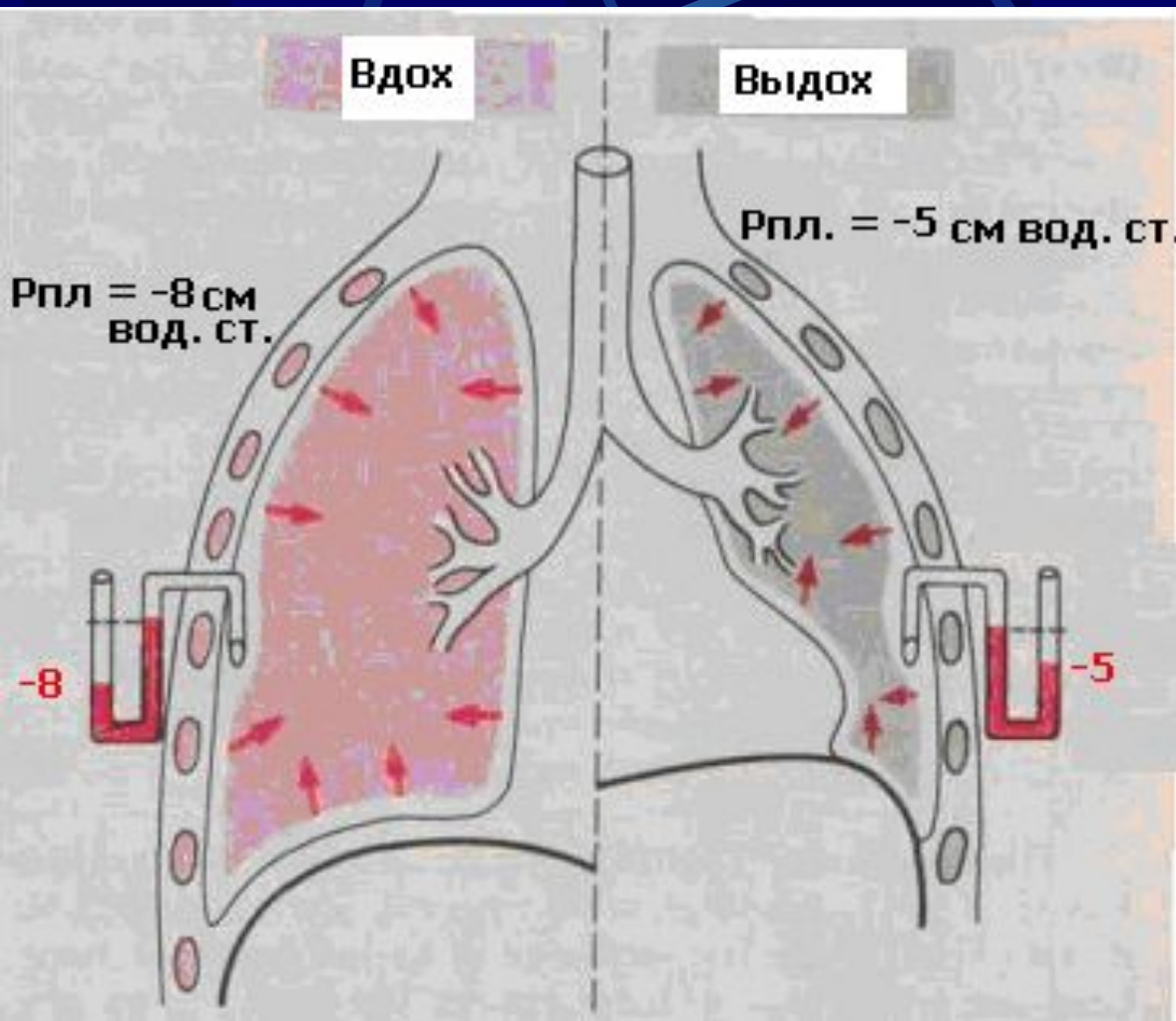
- Спокойное дыхание:
Вдох – осуществляется активно за счет сокращения диафрагмы и наружных межреберных мышц.
Выдох – пассивный.

- Форсированное дыхание:
• Вдох и выдох активные



Вспомогательные инспираторные (А) и экспираторные (Б) дыхательные мышцы.

Внутриплевральное давление (ВД)



ВД возникает в связи с тем, что объем грудной полости больше, чем суммарная емкость альвеол.

У новорожденных они соответствуют.

У них 30 млн. альвеол, а у взрослых – 300 млн.

Тело растет быстрее!

Работа дыхательных мышц, осуществляющих вдох

Направлена
на
преодоление

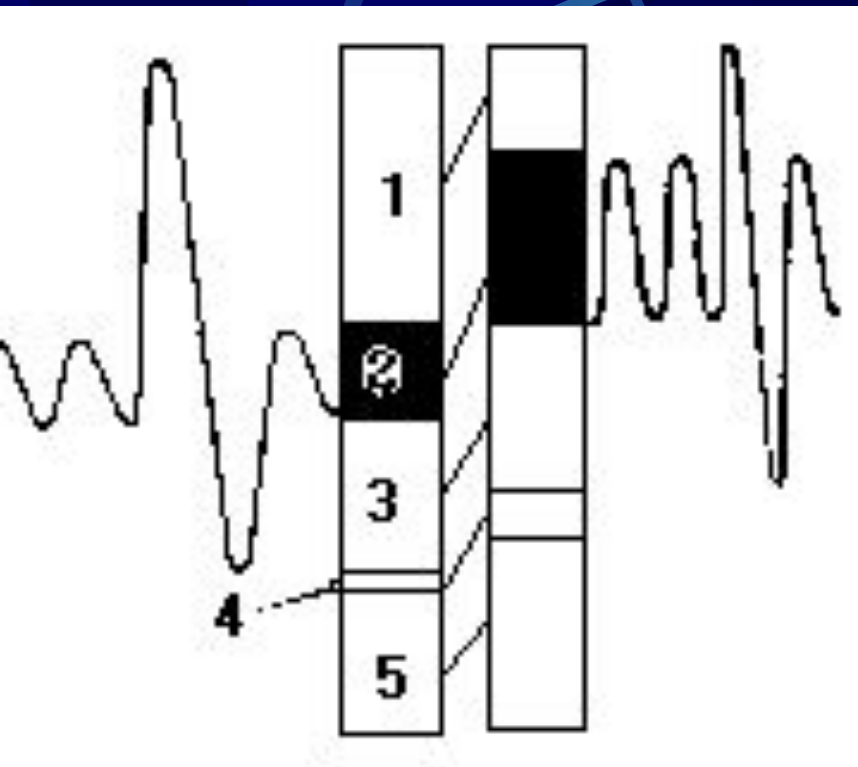
всех видов
сопротивлений

сил гравитации
(подъем плечевого
пояса)

Аэродинамическое сопротивление

- Аэродинамическое сопротивление растет в результате многих ситуаций, как при сужении воздухоносных путей, так даже и при увеличении скорости вентиляции легких.
- К примеру, отечность слизистой, возникающая даже при кратковременном вдыхании дыма сигареты, в течение ближайших 20-30 минут повышает сопротивление дыханию в 2-3 раза. Еще в большей степени растет сопротивление движению воздуха при сужении бронхов, например, при бронхиальной астме. При этом необходимо затратить больше усилий на осуществление дыхательных движений.

Дыхательные объемы



1 - резервный объем вдоха (1,5 л),
2 - дыхательный объем (0,5 л),
3- резервн. объем выдоха (1-1,5 л),
4 - объем крови в легких,
5 - остаточный объем (около 1,0 л) при спокойном (слева) и форсированном (справа) дыхании.

- $ЖЕЛ = ДО + РОВд + Ровыд$
- *Общая емкость легких*
 $ОЕЛ = ЖЕЛ + ОО$

Функциональные показатели

- *Минутный объем дыхания* ($МОД = ДО \cdot ЧДД$
 $500 \cdot 16 = \underline{8.000}$ мл
- *Альвеолярная минутная вентиляция*
 $АВ = (ДО - МП) \cdot ЧДД$
- *Объем дыхательных путей* (анатомическое «мертвое пространство» - МП). Его величина среднем около 150 мл.
 $АВ = (500 - 150) \cdot 16 = \underline{5.600}$ мл

Парциальное давление газов

P_{O_2}

P_{CO_2}

в воздухе:

$P_{vO_2} = 159$ мм
рт.ст.

(21% от 760
мм.рт.ст.)

В альвеолах –

P_{AO_2}

В арт. крови –

P_{aO_2} ,

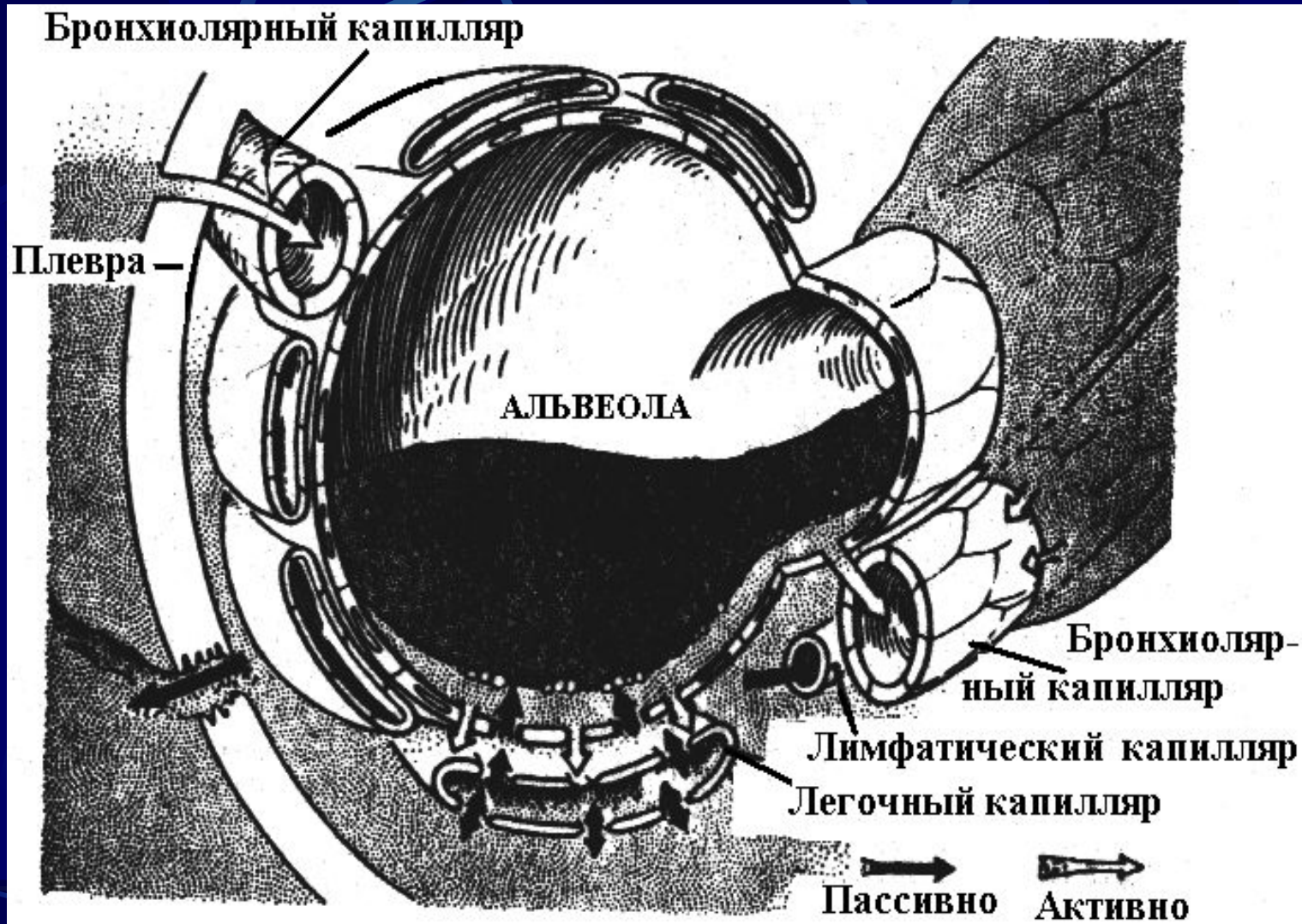
венозной – P_{vO_2}

Газы	Венозная кровь	Альвеолярный воздух	Артериальная кровь
O_2 , мм рт.ст. кПа	40 5,3	102 13,6	96 13,3
CO_2 , мм рт.ст. кПа	46 6,1	40 5,3	39-40 5,3



- Для определения $P_A O_2$ и $P_A CO_2$ в альвеолярной газовой смеси необходимо вычесть ту часть давления, которая приходится на пары воды и азот. Учитывая это получается, что уровень $P_A O_2$ равен 13,6 кПа (102 мм рт.ст.), $P_A CO_2$ - 5,3 кПа (40 мм рт.ст.).

Капилляры и альвеола



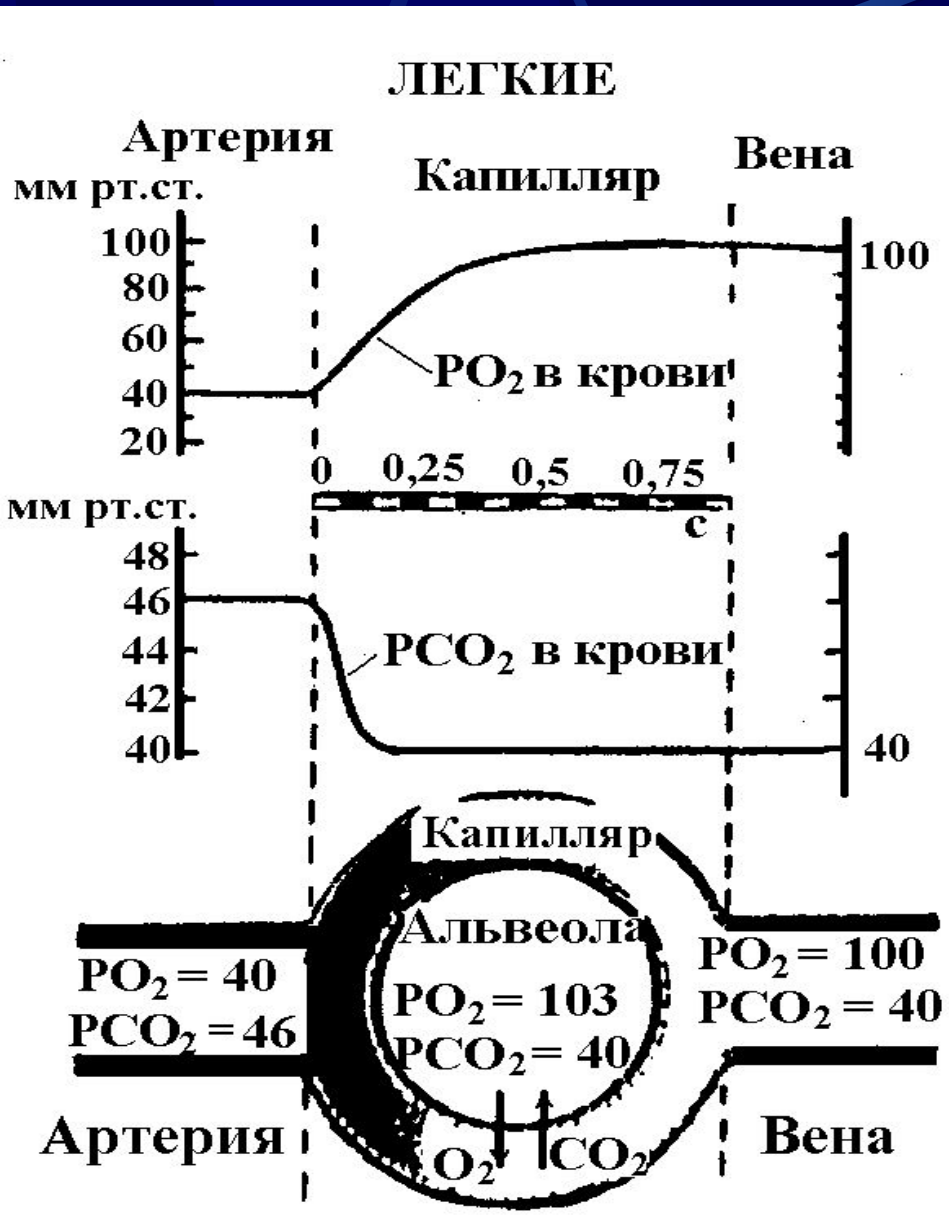
Диффузия газов



Легочная мембрана и направление транспорта газов



Растворимость газов



- O_2 и CO_2 должны раствориться 5 раз в липидах мембран и 6 раз в водных средах (6-ая – вода покрывающая альвеолы).
- *Кислород растворяется в 23 раза хуже, чем углекислый газ!*
- Поэтому O_2 поступает в кровь медленнее!