

# Дыхательная система

Анатомия и физиология процесса газообмена

**Дыхание** – это процесс поступления кислорода в клетки организма, участие кислорода в реакциях окисления, удаление продуктов распада.

# У человека газообмен состоит из четырех этапов:

- Обмен газов между воздушной средой и легкими.
- Обмен газов между легкими и кровью.
- Транспортировка газов кровью.
- **Газообмен в тканях**

- **Легочное дыхание** – обеспечивает газообмен между воздухом и кровью
- **Тканевое дыхание** – осуществляет газообмен между кровью и клетками тканей.
- Органы дыхания участвуют в **теплорегуляции** и **голосοοбразовании**.

# этапы дыхания:

- \* Внешнее дыхание.
- \* Диффузия кислорода и его транспортировка к тканям.
- \* Тканевое дыхание.

# Первый этап дыхания - внешнее дыхание

Осуществление легочного дыхания возможно лишь при условии постоянного поступления в лёгкие из окружающей атмосферы свежего воздуха и выведения воздуха, находящегося в альвеолах. Такой процесс называется **легочной вентиляцией**.

- \* Процесс внешнего дыхания начинается с верхних дыхательных путей, которые очищают, согревают и увлажняют вдыхаемый воздух. Изнутри поверхность верхних дыхательных путей выстлана реснитчатым эпителием, который эвакуирует мокроту из верхних дыхательных путей.

## Второй этап дыхания - диффузия и транспортировка кислорода к тканям

- \* Диффузия кислорода осуществляется через ацинус - структурную единицу лёгкого, который состоит из дыхательной бронхиолы и альвеол, это происходит за счёт парциальной разности содержания кислорода в альвеолярном воздухе и венозной крови, после чего незначительная часть кислорода растворяется в плазме, а основная часть кислорода связывается с гемоглобином, и транспортируется с током крови к органам и тканям организма.

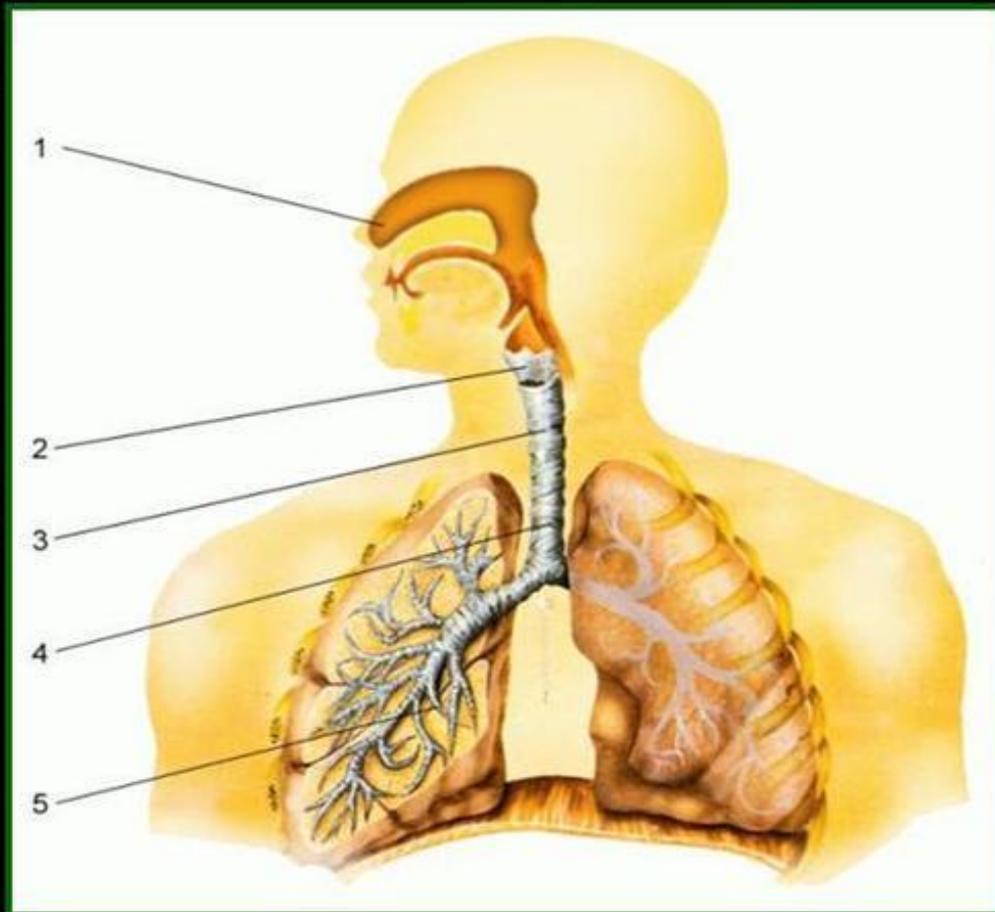
## Третий этап дыхания - утилизация кислорода в тканях

\*Кислород утилизируется в процессе биологического окисления белков, жиров и углеводов, с целью выработки энергии. Молекулярной основой клеточного дыхания является окисление углерода до углекислого газа и перенос атома водорода на атом кислорода с образованием молекулы воды.

# Функции лёгких

- \* Важнейшая функция легких — обеспечение газообмена между альвеолярным воздухом и кровью — достигается благодаря большой газообменной поверхности легких (у взрослого человека в среднем  $90 \text{ м}^2$ ) и большой площади кровеносных капилляров малого круга кровообращения ( $70\text{-}90 \text{ м}^2$ ).
- \* **Экскреторная функция легких** - удаление более 200 летучих веществ, образовавшихся в организме или попадающих в него извне. В частности, образующиеся в организме углекислый газ, метан, ацетон, экзогенные вещества (этиловый спирт, этиловый эфир), наркотические газообразные вещества (фторотан, закись азота) в различной степени удаляются из крови через легкие. С поверхности альвеол испаряется также вода.
- \* Кроме кондиционирования воздуха легкие участвуют в защите организма от инфекций.
- \* **Фильтрационная и гемостатическая функция легких** — при прохождении крови через малый круг в легких задерживаются и удаляются из крови мелкие тромбы и эмболы.
- \* **Депонирование крови** в легких может достигать до 15% объема циркулирующей крови. При этом не происходит выключения крови, поступившей в легкие из циркуляции. Наблюдается увеличение кровенаполнения сосудов микроциркуляторного русла и вен легких и «депонированная» кровь продолжает участвовать в газообмене с альвеолярным воздухом.
- \* **Метаболическая функция** включает: образование фосфолипидов и белков сурфактанта, синтез белков, входящих в состав коллагена и эластических волокон, выработку мукополисахаридов, входящих в состав бронхиальной слизи, синтез гепарина, участие в образовании и разрушении биологически активных и других веществ.

# Рисунок 2- Дыхательная система человека



Носовая полость

Носоглотка

Глотка

Гортань

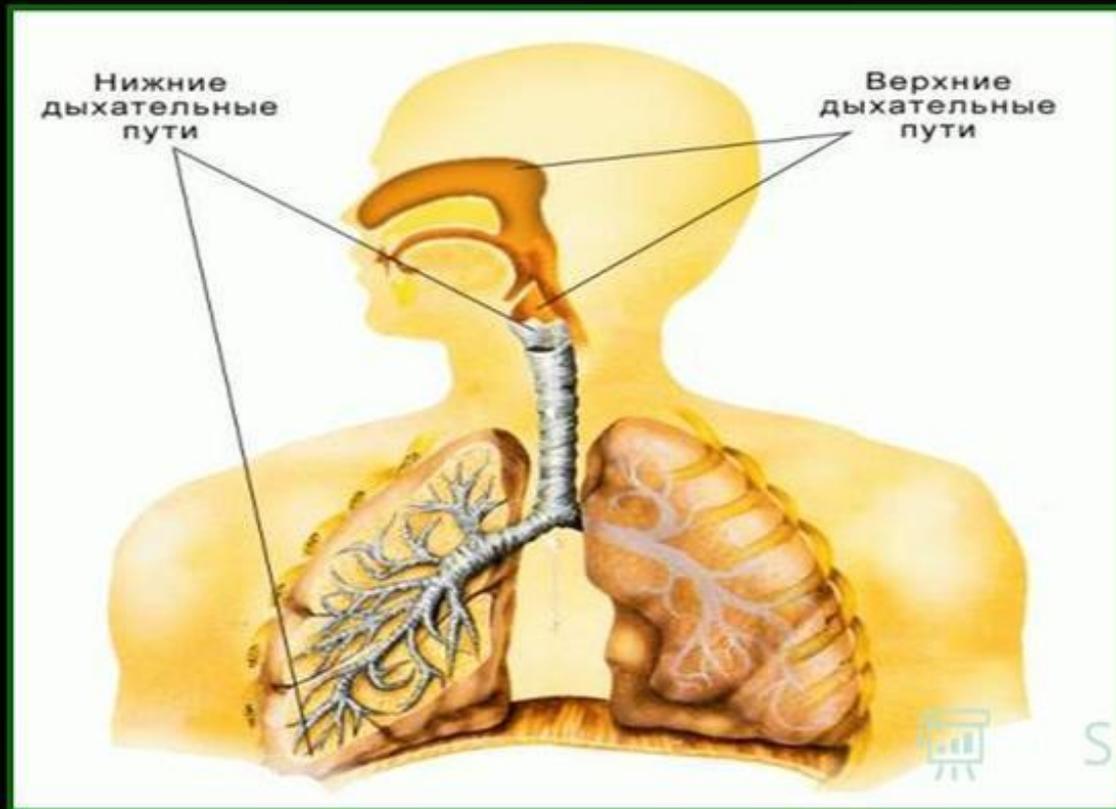
Трахея

Бронхи

MyShared

\* В дыхательном аппарате лёгкие выполняют газообменную функцию. А полость носа, носоглотка, трахея и бронхи – воздухопроводящую.

# Рисунок 3- Дыхательные пути



\* Проходя через воздухоносные пути воздух согревается, очищается и увлажняется.

# Дыхательная система

## Дыхательные пути

### Верхний отдел:

*Полость носа*

*Носовая часть глотки*

*Ротовая часть глотки*

### Нижний отдел:

*Гортань*

*Трахея*

*Бронхи*

## Дыхательные органы

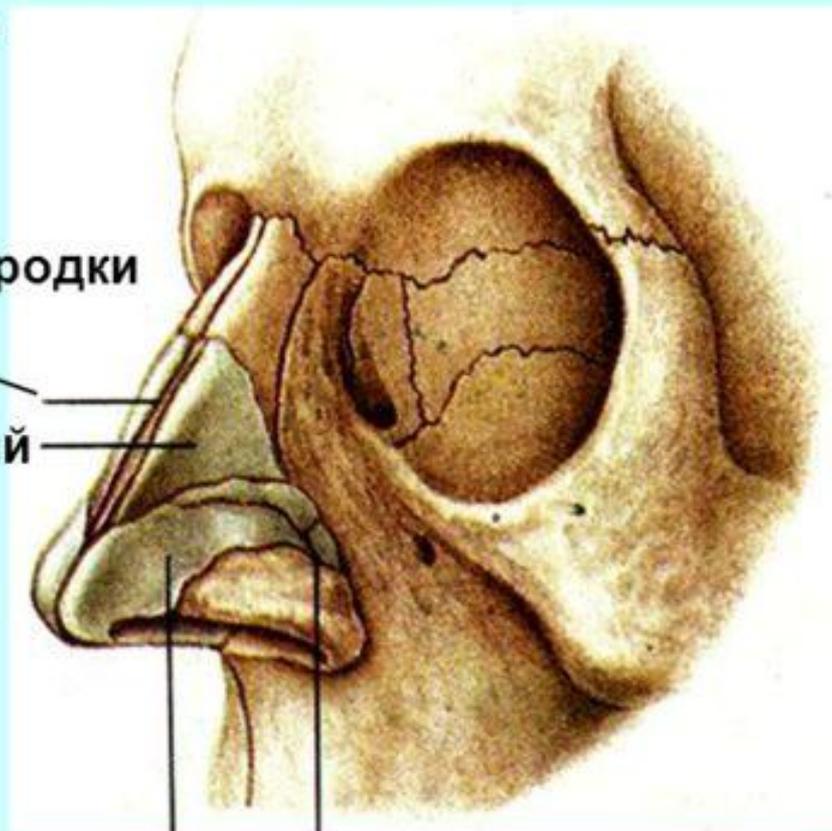
***Правое и левое легкое*** – главные органы дыхательной системы, именно в них происходит газообмен между воздухом и кровью

Дыхательные пути состоят из трубок, просвет которых сохраняется вследствие наличия в их стенках костного или хрящевого скелета.

Проходя через дыхательные пути воздух очищается, согревается, увлажняется

# Наружный нос

Область носа, regio nasalis, включает наружный нос, внутри которого находится полость носа.



Хрящ перегородки  
носа

Латеральный  
хрящ носа

Большой хрящ  
крыла носа

Малые хрящи  
крыла носа

- **корень:** отделен от лба переносьем
- **спинка носа:** образована боковыми сторонами наружного носа
- **крылья носа:** нижние части боковых сторон
- **верхушка носа**

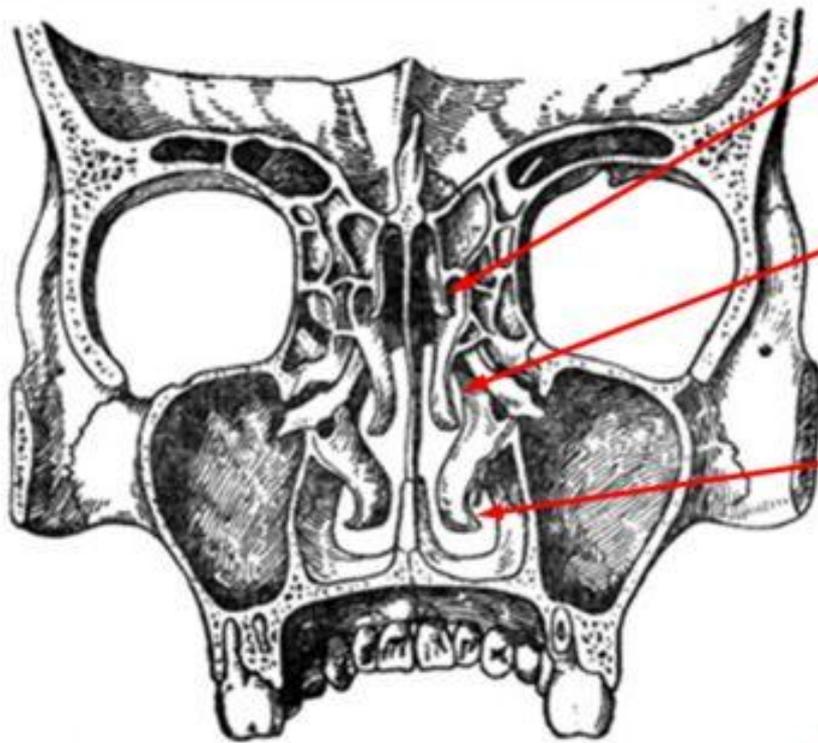
## Скелет:

- **костный скелет:** носовые кости и лобные отростки верхних челюстей
- **хрящевой скелет:** латеральный хрящ, большой и малый хрящи крыла (все парные) и хрящ перегородки носа (непарный)



# Полость носа

## Носовые ходы:

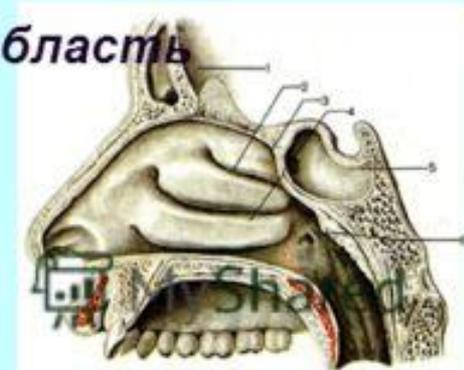


- **верхний:** открываются задние ячейки решетчатой кости, пазухи клиновидной кости
- **средний:** открываются лобная пазуха, средние и передние ячейки решетчатой кости, верхнечелюстная пазуха
- **нижний:** открывается носослезный проток

## Слизистая:

- **обонятельная область**
- **дыхательная область**

Распил полости носа во фронтальной плоскости  
в сагиттальной плоскости



\* **Полость носа (cavitas nasi)** – начальный отдел дыхательного анализатора. Она включает в себя наружный нос.

Снабжена входными отверстиями – **ноздри (nares)** и разделяется на 2 практически равные половины перегородкой (**septum nasi**), образованной вертикальной пластинкой решётчатой кости, сошником и хрящами носа.

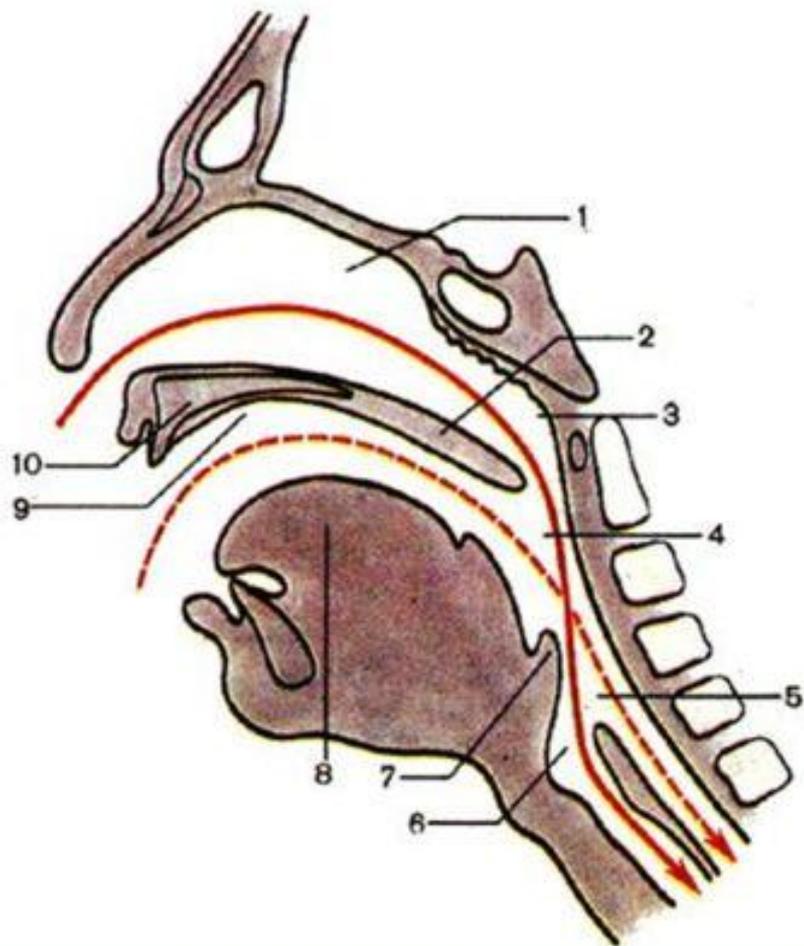
Нижняя стенка представляет из себя твёрдое и мягкое нёбо и отделяет носовую полость от полости рта.

В заднем отделе есть носоглоточные отверстия – хоаны, которые открываются в носоглотку.

Каждая половина носа делится на сообщающиеся друг с другом носовые ходы при помощи изогнутых костных пластинок- **раковин**. В верхний носовой ход открываются задние клетки решётчатой кости, у заднего края верхней носовой раковины – пазуха клиновидной кости, в средний носовой ход – передние и средние клетки решётчатой кости, лобная пазуха и верхнечелюстная (гайморова) пазуха.

- Обонятельный эпителий (*epithelium olfactorium*) располагается в верхней части носового прохода. Это отдел носит название обонятельной области и имеет обонятельные железы.

**Дыхательный и пищеварительный пути в области глотки образуют перекрест**

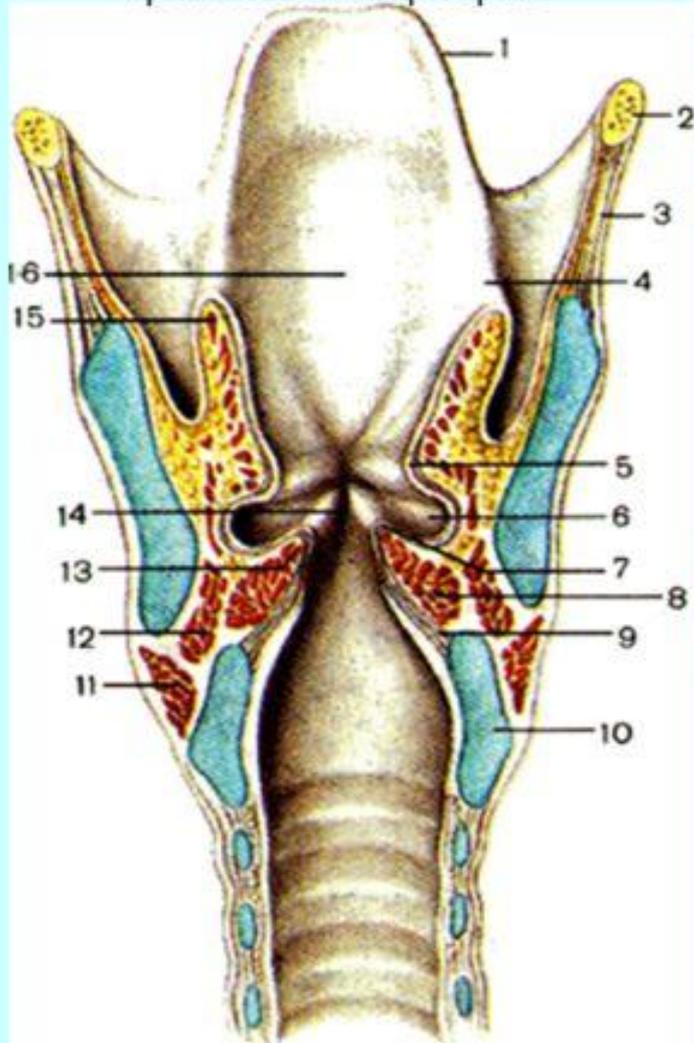


## Глотка

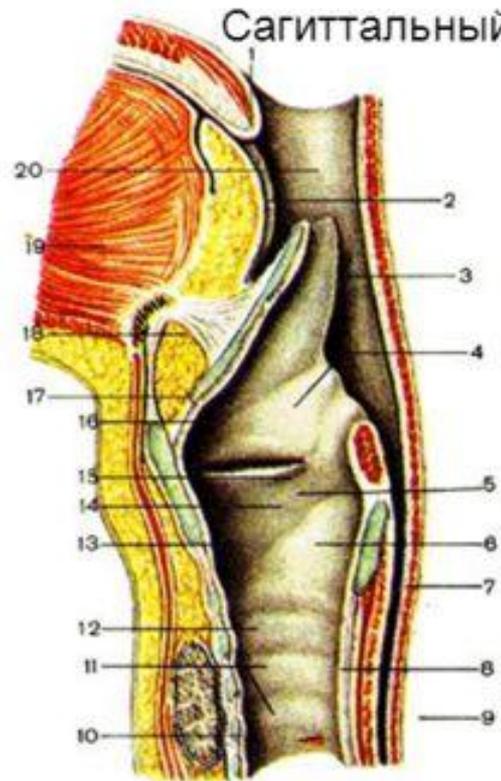
На уровне хоан на боковых стенках глотки находятся **глочные отверстия слуховых (Евстахиевых) труб**. В области трубных отверстий находятся **трубные миндалины**, которые вместе с непарной **глочной миндалиной** (граница верхней и задней стенки глотки) входят в состав **лимфоидного кольца Пирогова-Вальдейера**.

# Гортань

Фронтальный разрез



Сагиттальный разрез



## 3 отдела:

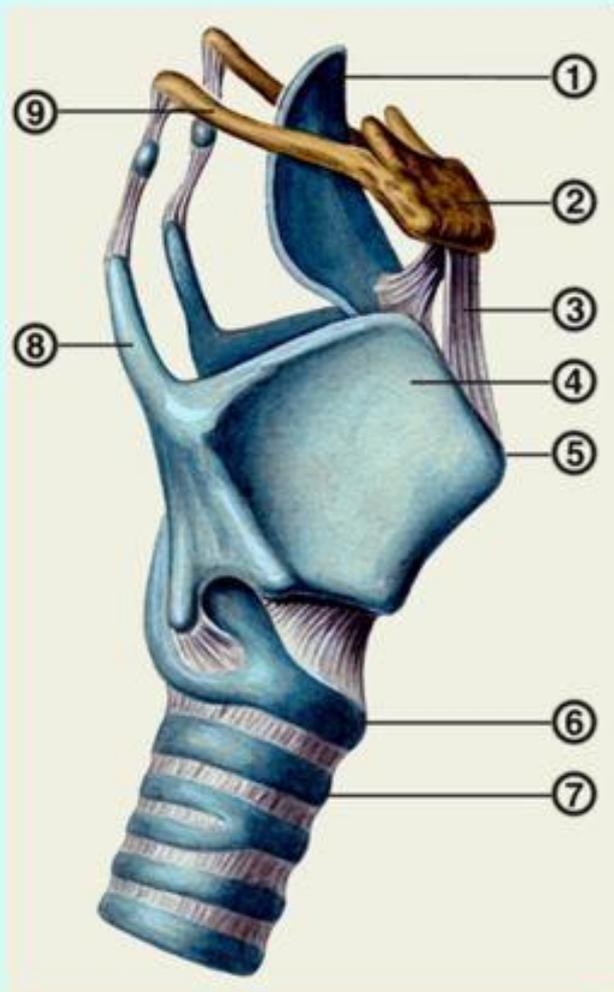
- **верхний:** преддверие гортани. От входа до складок преддверья.
- **средний:** от складок преддверья до голосовых складок (располагается желудочек гортани)
- **нижний:** подголосовая полость

\* Проходя через носоглоточные отверстия, воздух поступает в верхнюю часть дыхательной трубки, **гортань (larynx)**. Она располагается в передней части шеи, под подъязычной костью, на уровне 4-6 шейных позвонков. Спереди частично прикрывается подподъязычными мышцами, с боков и частично спереди к ней прилегает щитовидная железа, а сзади – гортанная часть глотки. Соединяется с подъязычной костью посредством щитоподъязычной перепонки.

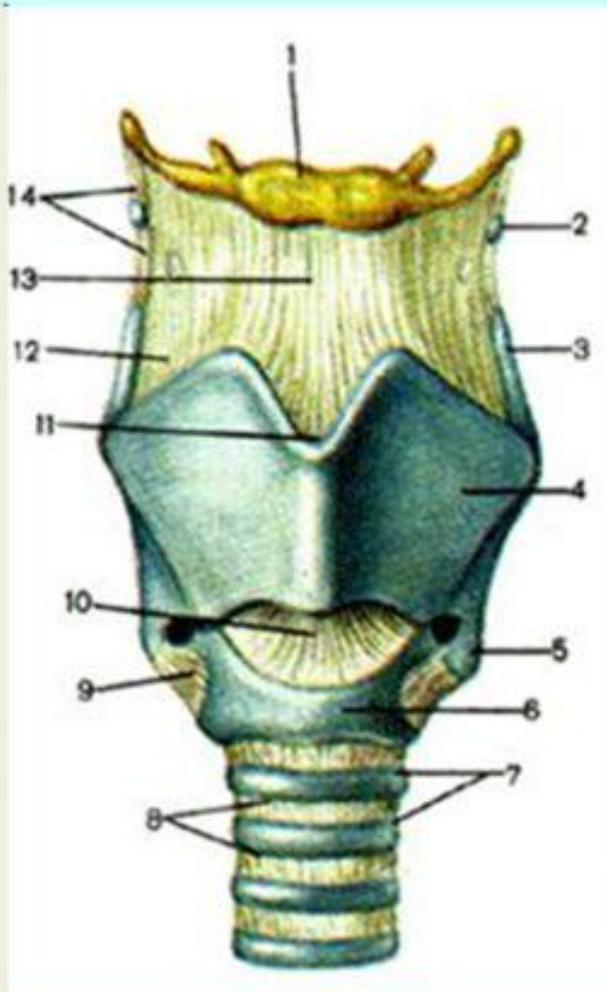
\* **Скелет гортани образуют хрящи – парные и непарные.** Они соединяются между собой при помощи суставов, связок и соединительных мембран гортани. При движениях в этих мелких суставах меняется натяжение голосовых связок (ligg. vocalia). Движение в гортани в целом и её отдельных частей осуществляется мышцами гортани и мышцами передней группы шеи. В гортани различают слизистую оболочку, складки которой образуют верхнюю пару складок преддверия и пару голосовых связок. Углубление между голосовой и преддверной складками называется желудочком гортани, а пространство между голосовыми складками – голосовой щелью. При сокращении мышц гортани величина (ширина) щели изменяется и меняет высоту звука.

# Хрящи гортани

Соединяются друг с другом, а также с подъязычной костью при помощи суставов и связок



Вид сбоку



Вид спереди

## • непарные (3):

- щитовидный: гиалиновый
- перстневидный: гиалиновый
- надгортанник: эластический

## • парные (3):

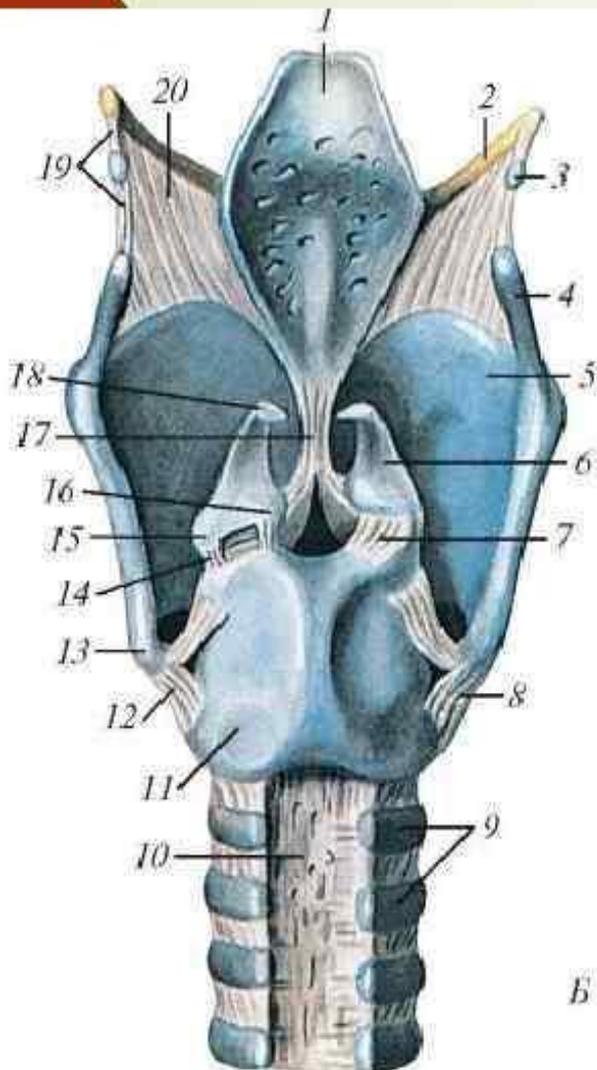
- черпаловидный: гиалиновый
- рожковидный: гиалиновый
- клиновидный: эластический

## 2 сустава:

- перстнещитовидный: вокруг фронтальной оси
- перстнечерпаловидный: вокруг вертикальной оси

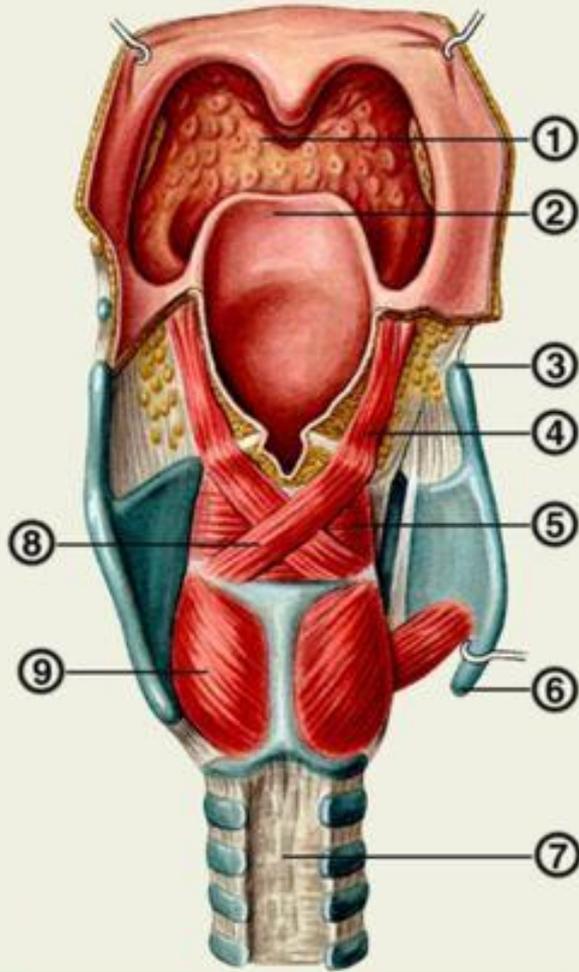
# Гортань (larynx)

Хрящи, связки и суставы гортани:  
Б - вид сзади:

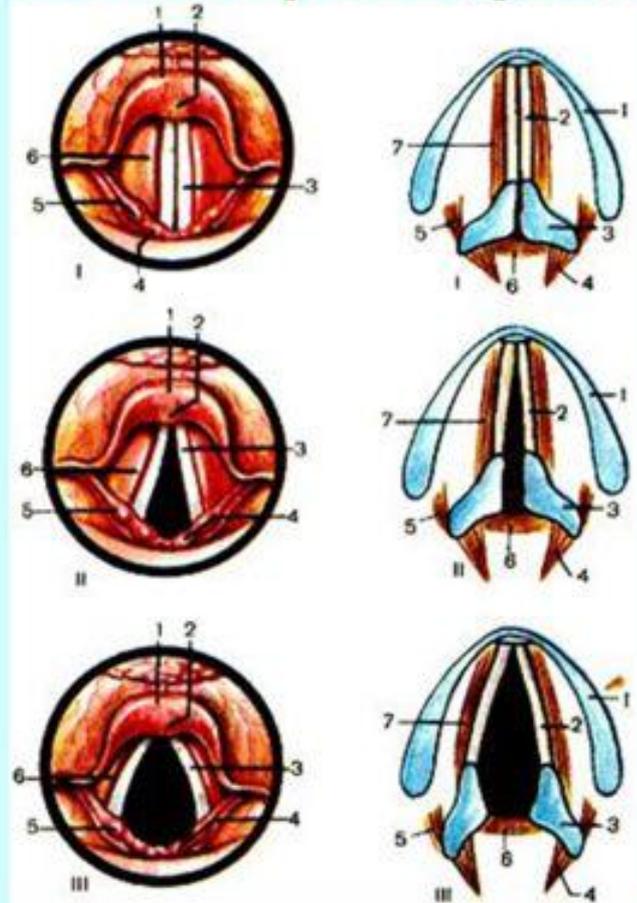


- 1 - надгортанник;
- 2 - большой рог подъязычной кости;
- 3 - зерновидный хрящ;
- 4 - верхний рог щитовидного хряща;
- 5 - пластинка щитовидного хряща;
- 6 - черпаловидный хрящ;
- 7 - правый перстне-черпаловидный сустав;
- 8 - правый перстне-щитовидный сустав;
- 9 - хрящи трахеи;
- 10 - перепончатая стенка;
- 11 - пластинка перстневидного хряща;
- 12 - левый перстне-щитовидный сустав трахеи;
- 13 - нижний рог щитовидного хряща;
- 14 - левый перстне-черпаловидный сустав;
- 15 - мышечный отросток черпаловидного хряща;
- 16 - голосовой отросток черпаловидного хряща;
- 17 - щито-надгортанная связка;
- 18 - рожковидный хрящ;
- 19 - латеральная щито-подъязычная связка;
- 20 - щито-подъязычная мембрана

# Мышцы гортани



Вид сзади

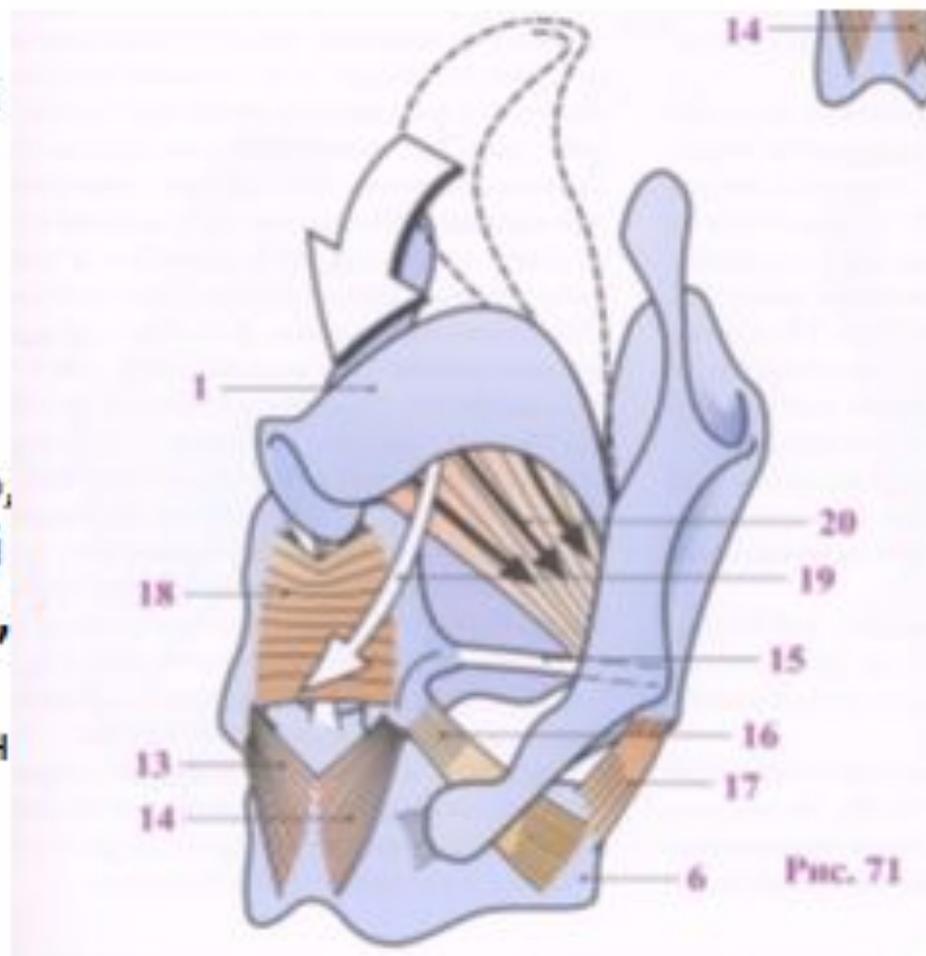


- **расширители голосовой щели:** задняя перстнечерпаловидная м.
- **суживатели голосовой щели:** латеральная перстнечерпаловидная, щиточерпаловидная, поперечная и косая черпаловидная мм.
- **напрягающие голосовые связки:** перстнещитовидная и голосовая мм.

## защита дыхательных путей во время глотания

- надгортанник наклоняется вниз и назад к рожковидным хрящам

**черпалонадгортанной мышцей (19)** и нижней щитовидно-черпаловидной мышцей (20). Твердая и жидкая пища, следовательно, скользит по **передневерхней поверхности надгортанника**, проходя вниз по глотке и **входу в пищевод** (не показан на рисунке), находящийся позади от перстневидного хряща.



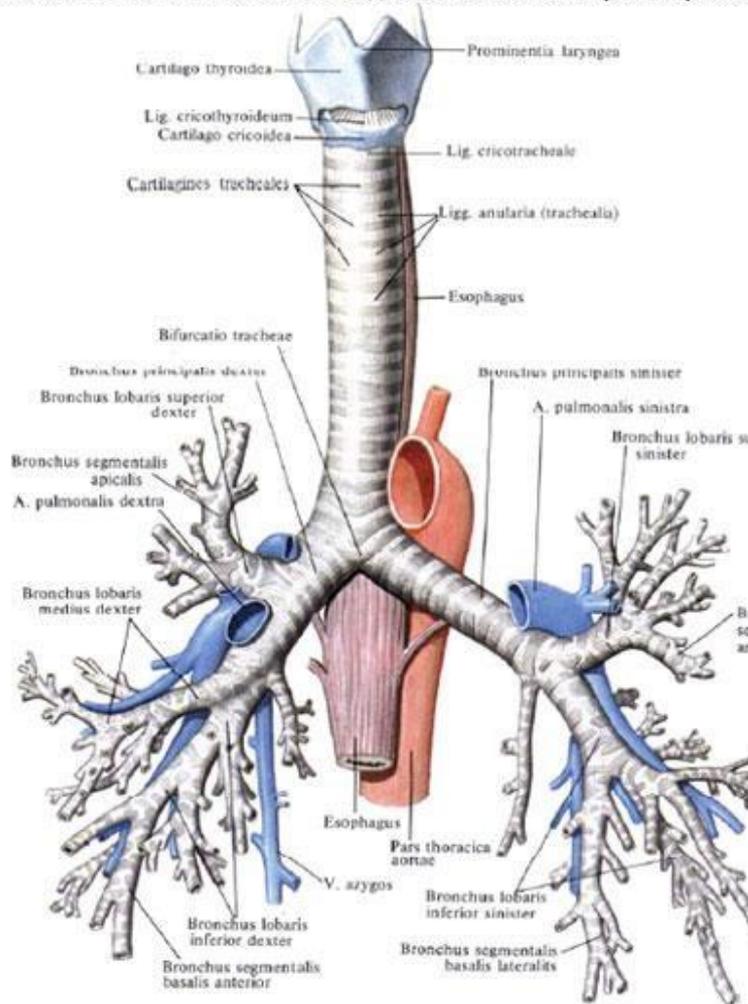
# Трахея

Непарный орган, служащий для прохождения воздуха. Начинается на уровне VII шейного позвонка, а на уровне V грудного позвонка делится на 2 главных бронха – *бифуркация трахеи*.

Трахея – трубка длиной 8,5 – 15 см, несколько сдавленная в передне-заднем направлении. Состоит из 2-х частей: *шейной и грудной*.

Скелет трахеи состоит из 16-20 хрящевых (гиалиновых) *полуколец*, которые занимают около 2/3 её окружности.

Трахея, trachea, и бронхи, bronchi, вид спереди (показано ветвление главных, долевых и сегментарных бронхов)



# Строение стенки трахеи

**1. Слизистая оболочка** выстлана многорядным призматическим реснитчатым эпителием:

- ✓ **Реснитчатые** клетки
- ✓ **Бокаловидные** клетки (секрет содержит *гиалуроновую и сиаловую* кислоты, *иммуноглобулины*)
- ✓ **Нейроэндокринные** клетки (выделяют *пептидные* гормоны и *биогенные амины*).
- ✓ **Базальные** клетки (*камбиальные*).

**Собственная пластинка** слизистой оболочки содержит эластические волокна, лимфоидные узелки.

## 2. Подслизистая основа

- ✓ состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани, переходящей в плотную волокнистую соединительную ткань надхрящницы
- ✓ содержит **смешанные белково-слизистые железы**.

# Строение стенки трахеи

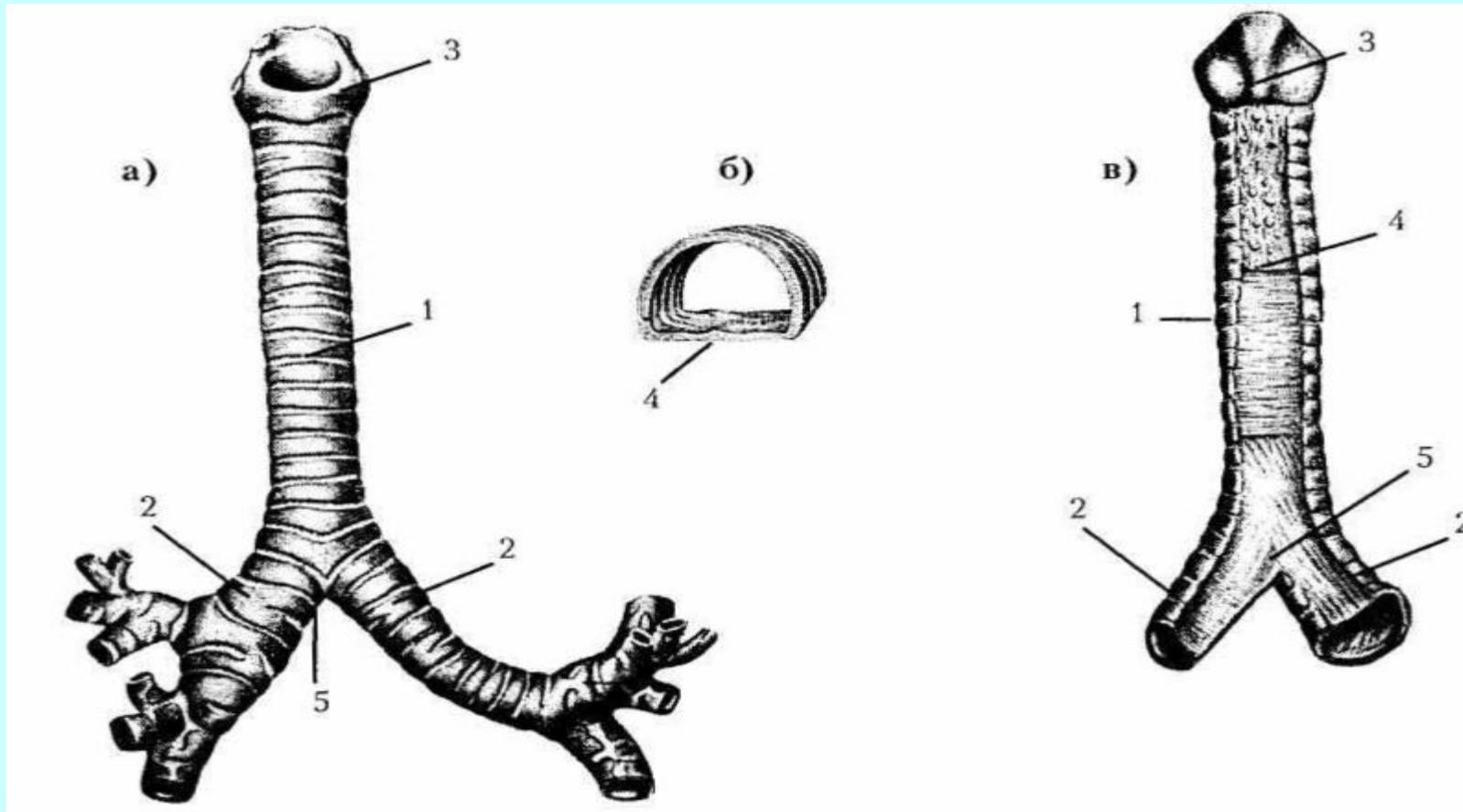
## 3. Волокнисто-мышечно-хрящевая оболочка

- ✓ состоит из **16-20** гиалиновых хрящевых полуколец, которые соединяются с помощью *кольцевых* связок.
- ✓ Задние концы хрящей соединяются пучками *миоцитов*
- ✓ Задняя стенка *перепончатая* – образована плотной соединительной тканью.

## 4. Адвентициальная оболочка

состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани.

# Бронхи



Стенка напоминает стенку трахеи – основу скелета составляют хрящевые *полукольца* (в правом 6-8, в левом 9-12).

Правый бронх короче и шире левого, более вертикально *расположен*



## Долевые бронхи делятся на:

сегментарные бронхи



дольковые бронхи



концевые бронхиолы (20)



дыхательные бронхиолы



альвеолярные ходы



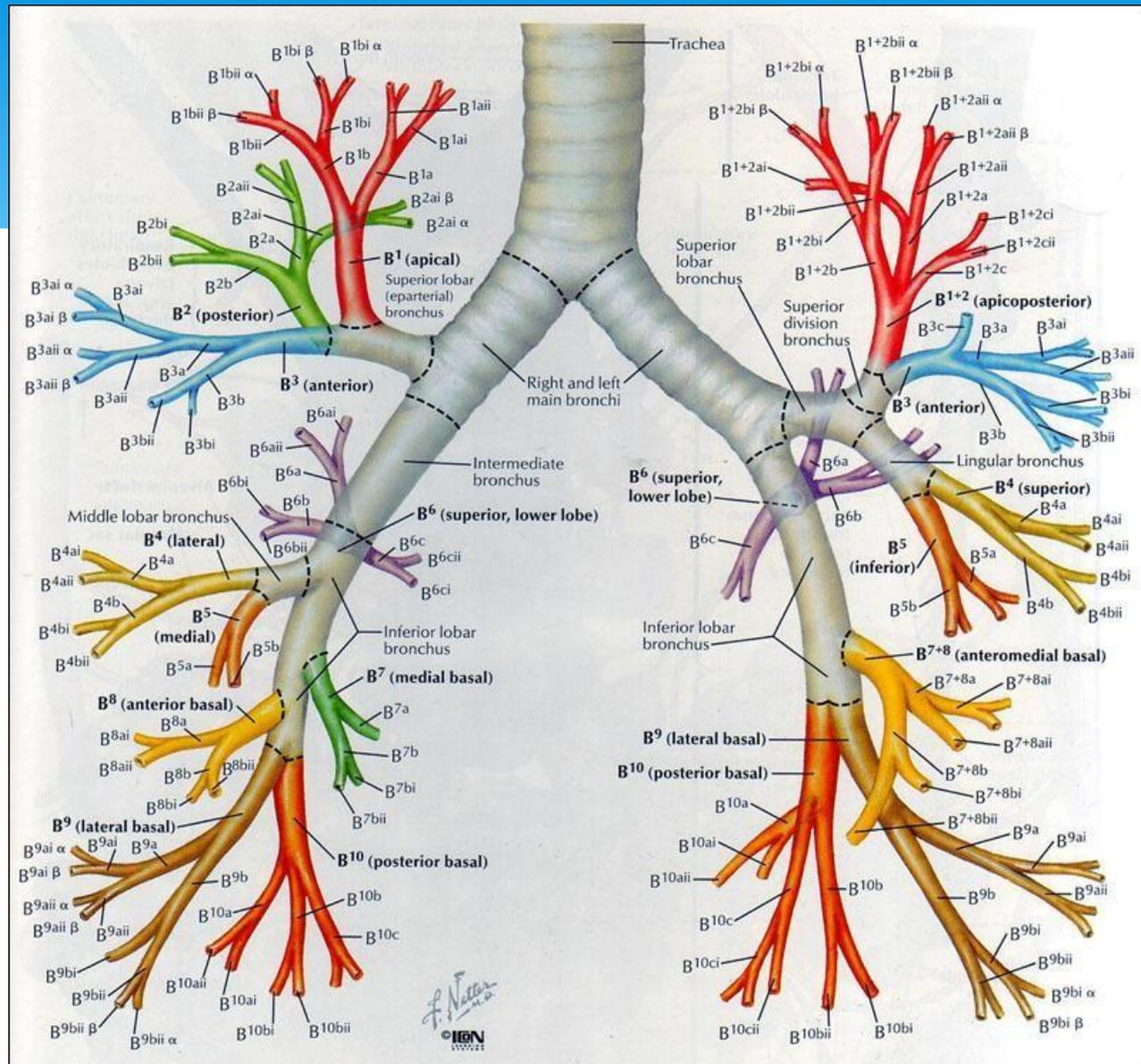
альвеолярные мешочки

23  
генерации

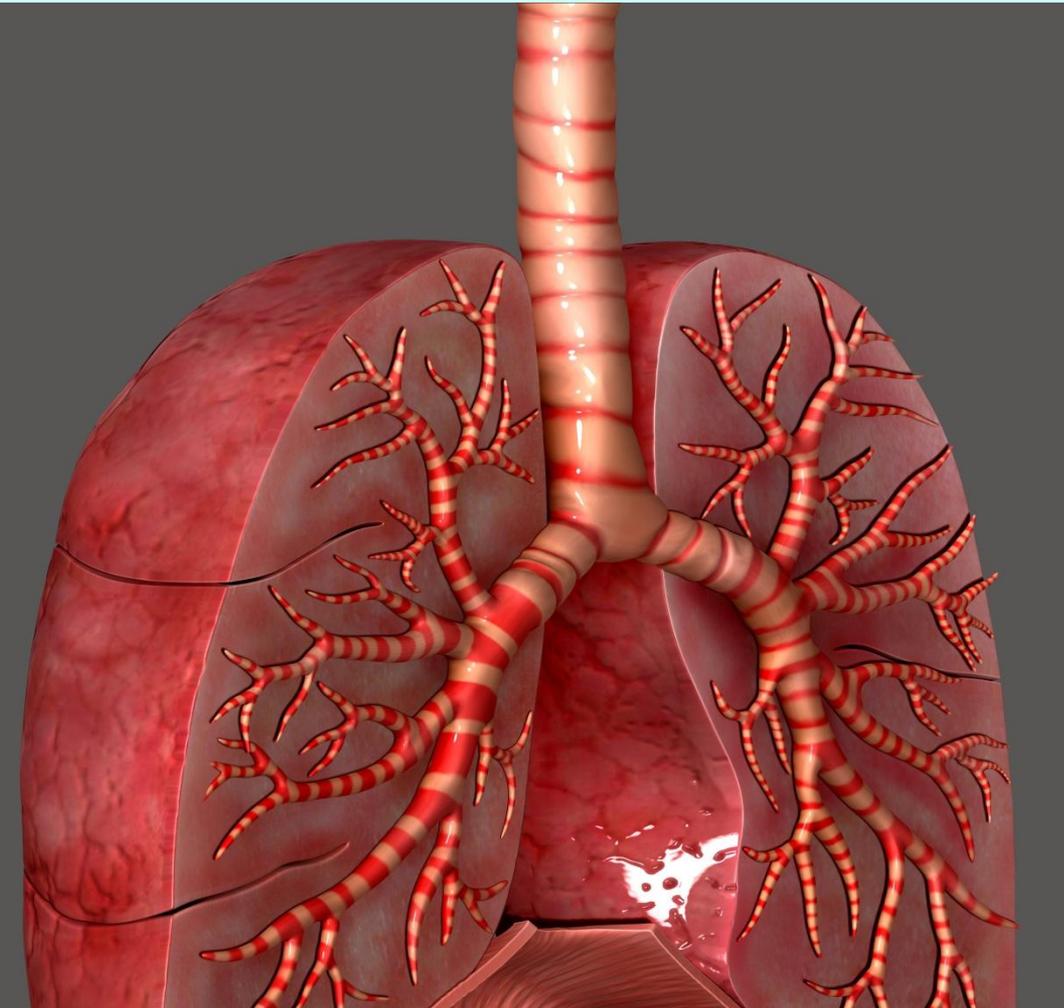
# Бронхиальное дерево

гистологически различают:

1. Главные бронхи (15 мм, сплошные кольца гиалинового хряща)
2. Большие бронхи (15-5 мм, крупные хрящевые пластины, складки слизистой)
3. Средние бронхи (5-2 мм, островки эластического хряща, складки слизистой)
4. Малые бронхи (2-1 мм, 4 пластинки, отсутствуют железы и хрящи)
5. Терминальные (концевые) бронхиолы (<1 мм, эпителий однорядный кубический реснитчатый, складки - отсутствуют)



# Ветвление бронхов в легких



Дыхательные альвеолярные альвеолы образуют альвеолярное (легочный ацинус) – структурно-функциональную единицу легкого

$d$  альвеолярного хода  $\sim 0,2 - 0,6$  мм;  $d$  альвеолы  $\sim 0,25 - 3$  мм

В легком насчитывается 150 000 ацинусов, 300-350 млн. альвеол, общая площадь дыхательной поверхности равна  $\sim 80$  м<sup>2</sup>

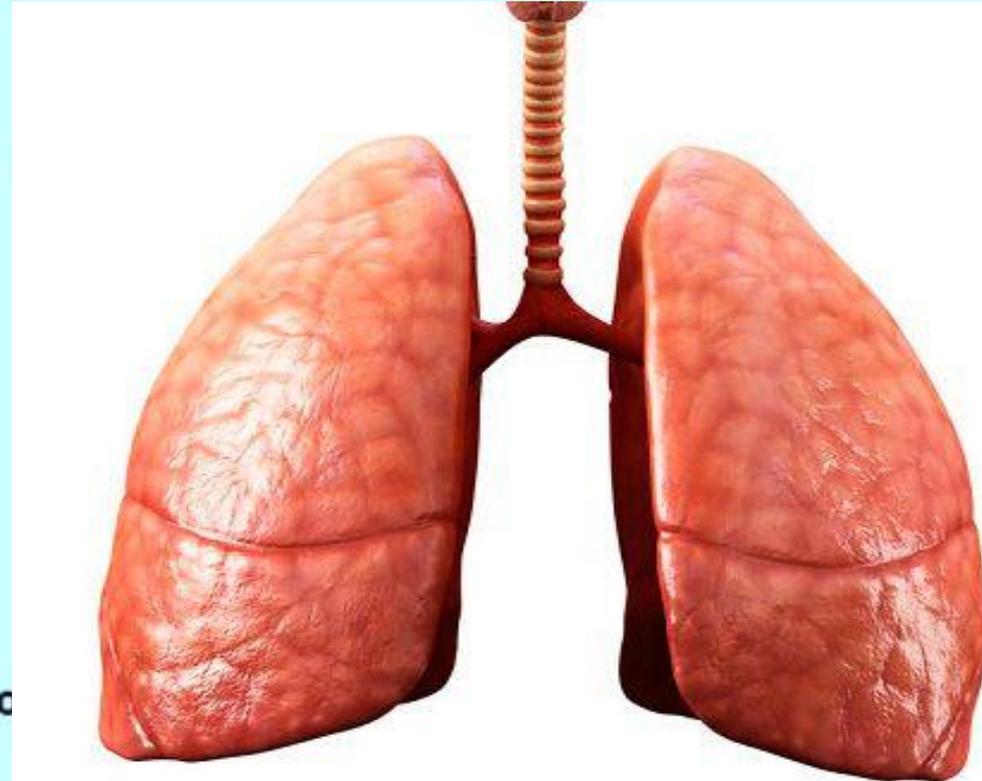
# Легкие

## 3 поверхности:

- **НИЖНЯЯ:** диафрагмальная
- **реберная:** наибольшая по протяжению, отдельно выделяют позвоночную часть реберной поверхности
- **медиальная:** обращена в сторону средостенья

## 3 края:

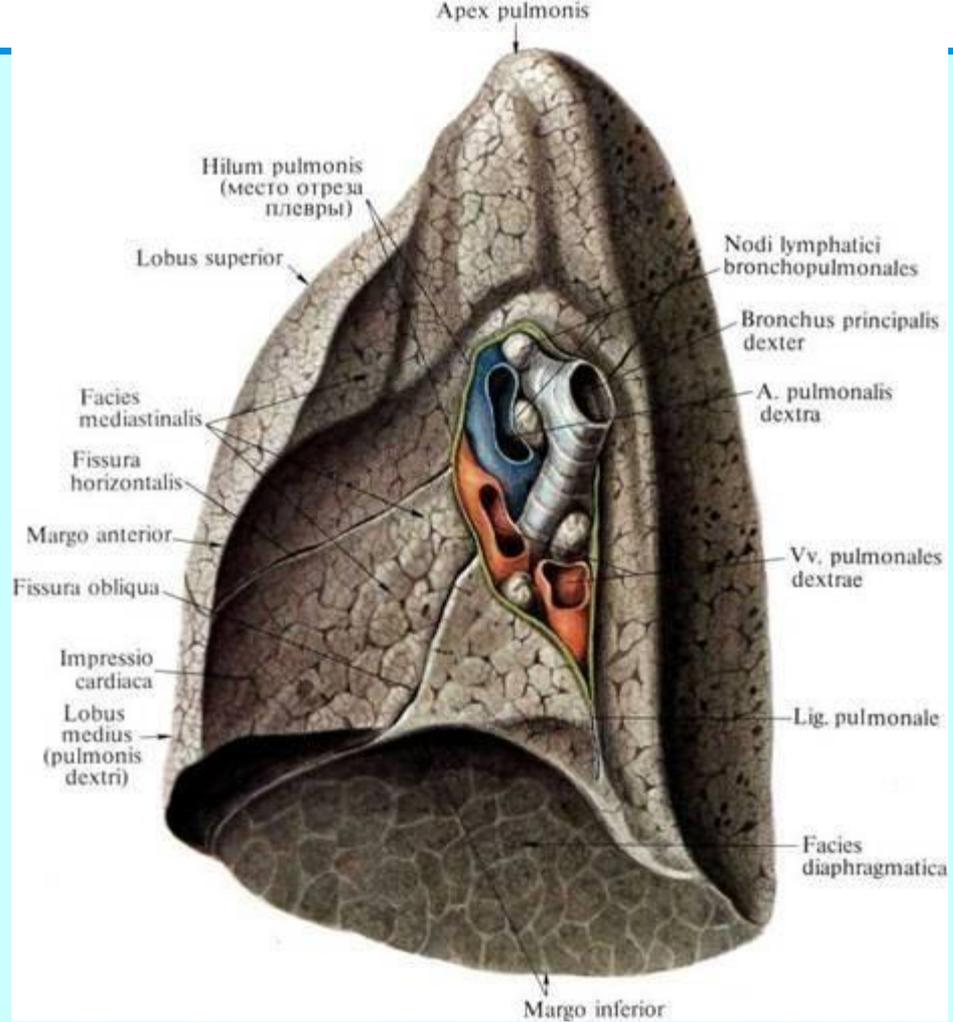
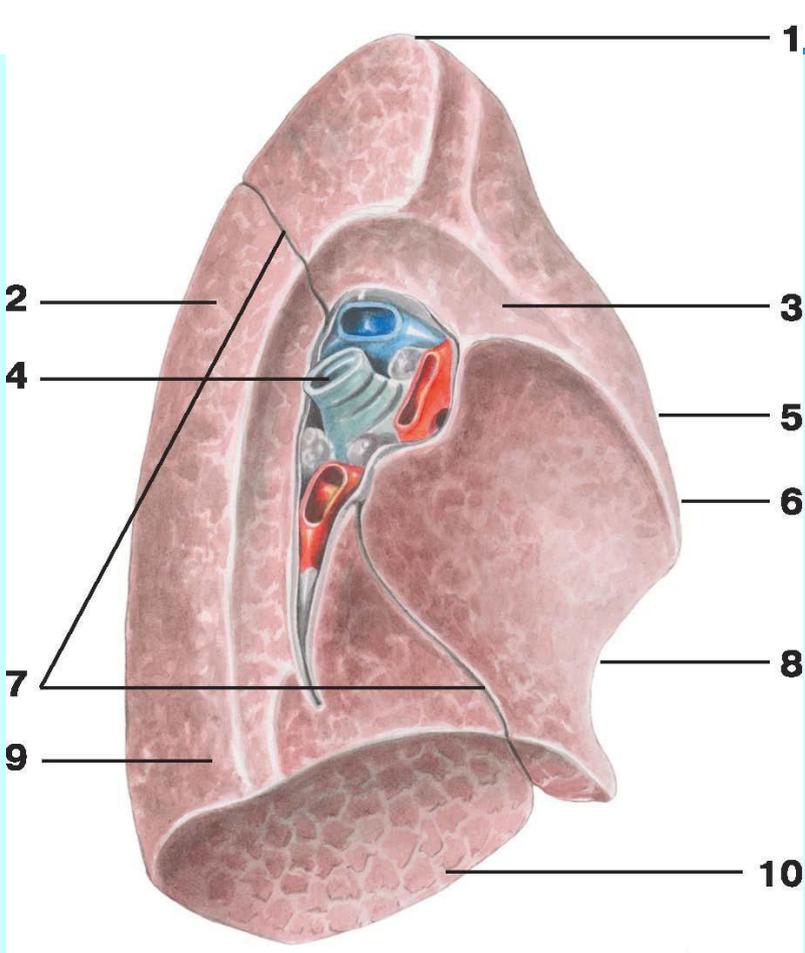
- **передний:** отделяет реберную поверхность от медиальной
- **задний:** отделяет реберную поверхность от медиальной
- **НИЖНИЙ:** отделяет диафрагмальную поверхность



\* **Лёгкие (pulmones)** – парный орган, занимающий почти всю грудную полость. Их размер и форма непостоянны и могут меняться от фазы дыхания.

Каждое легкое имеет форму усечённого конуса, верхушка которого (арех) находится на уровне шейки 1 ребра, а слегка вогнутое основание обращено к куполу диафрагмы. Наружная выпуклая поверхность прилежит к ребрам, с внутренней. Слегка вогнутой стороны в них входят главные бронхи, нервы, лёгочные артерия и вена, образующие корень лёгкого. Это место входа называется воротами лёгкого. Правое лёгкое более широкое и короткое, левое – более узкое и вытянутое, в его нижне-переднем крае располагается углубление для сердца – сердечная вырезка.

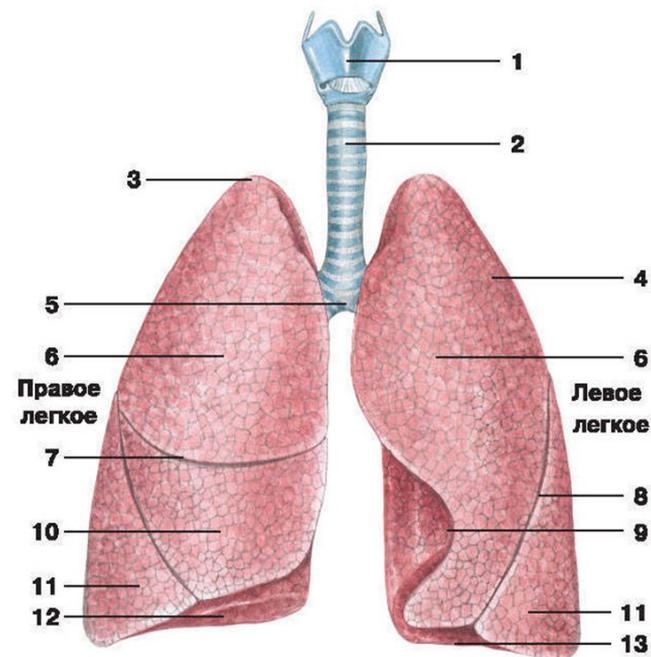
\* Различают 3 поверхности – реберную, диафрагмальную и медиальную и 3 края – передний, задний и нижний.



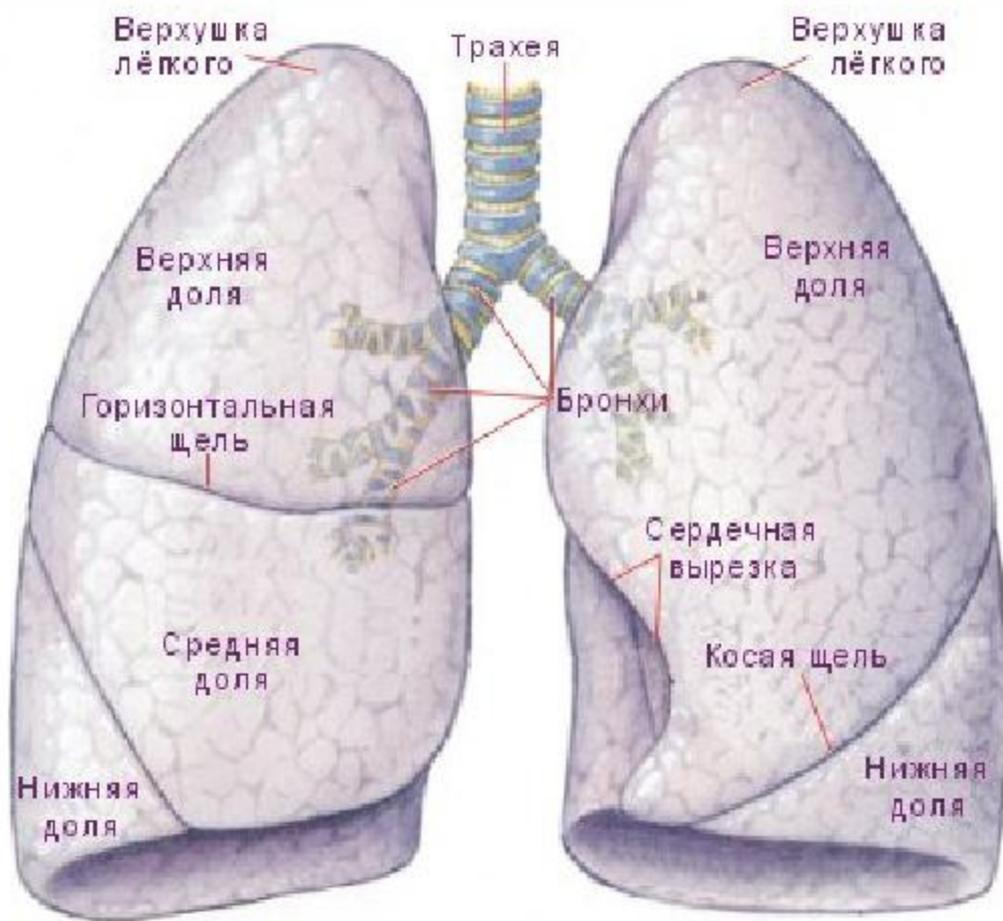
**Ворота легкого:** входят – легочная артерия, главный бронх, нервы; выходят – легочная вена, лимфатические сосуды. Перечисленные структурные элементы образуют **корень легкого**.

# Строение лёгких

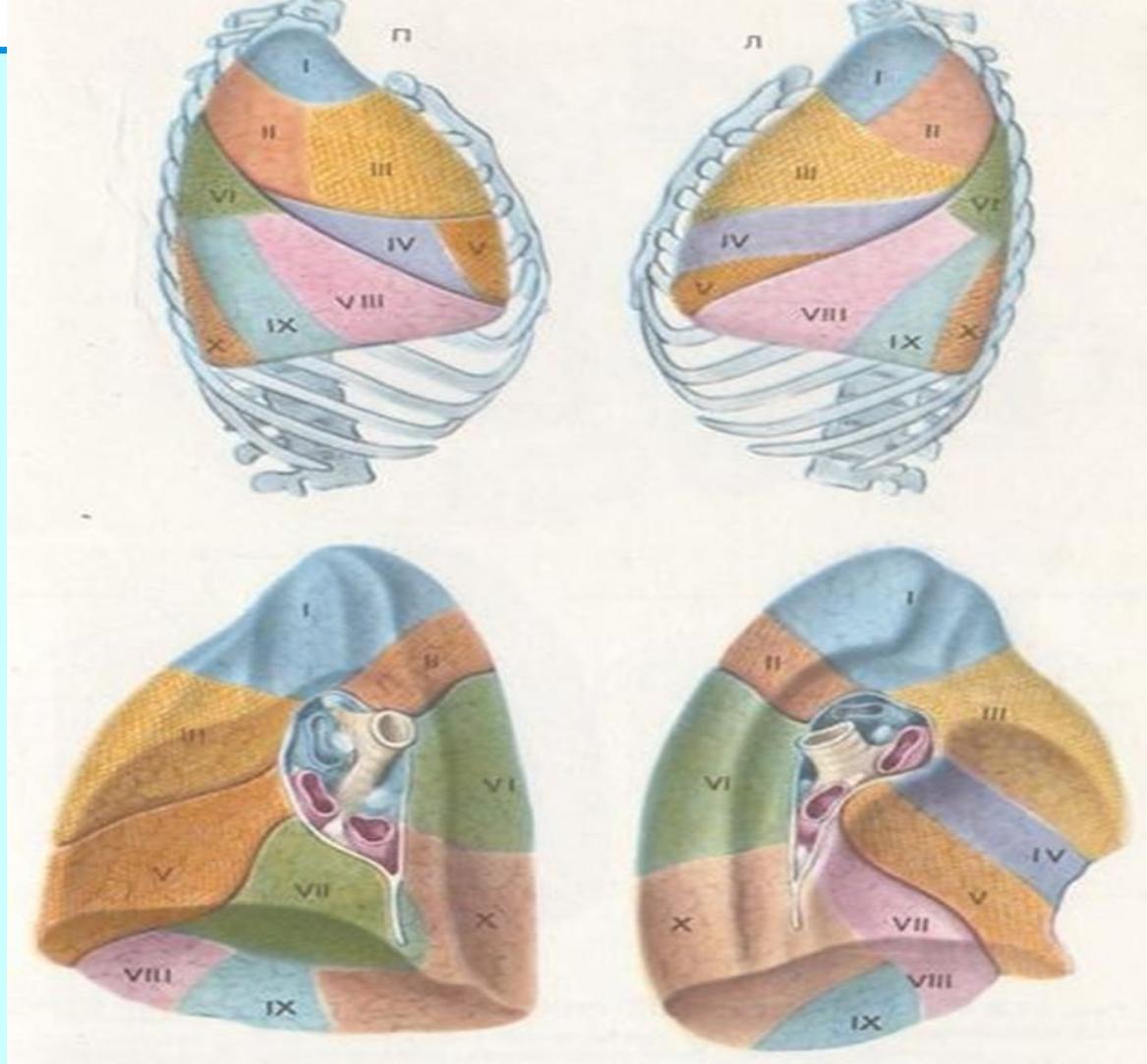
- \* Лёгкие состоят из долей (lobi pulmones).
- \* Правое легкое 3 доли – верхняя, нижняя и средняя
- \* Левое легкое – 2 доли – верхняя и нижняя
- \* Их отделяют друг от друга борозды или междолевые плевры



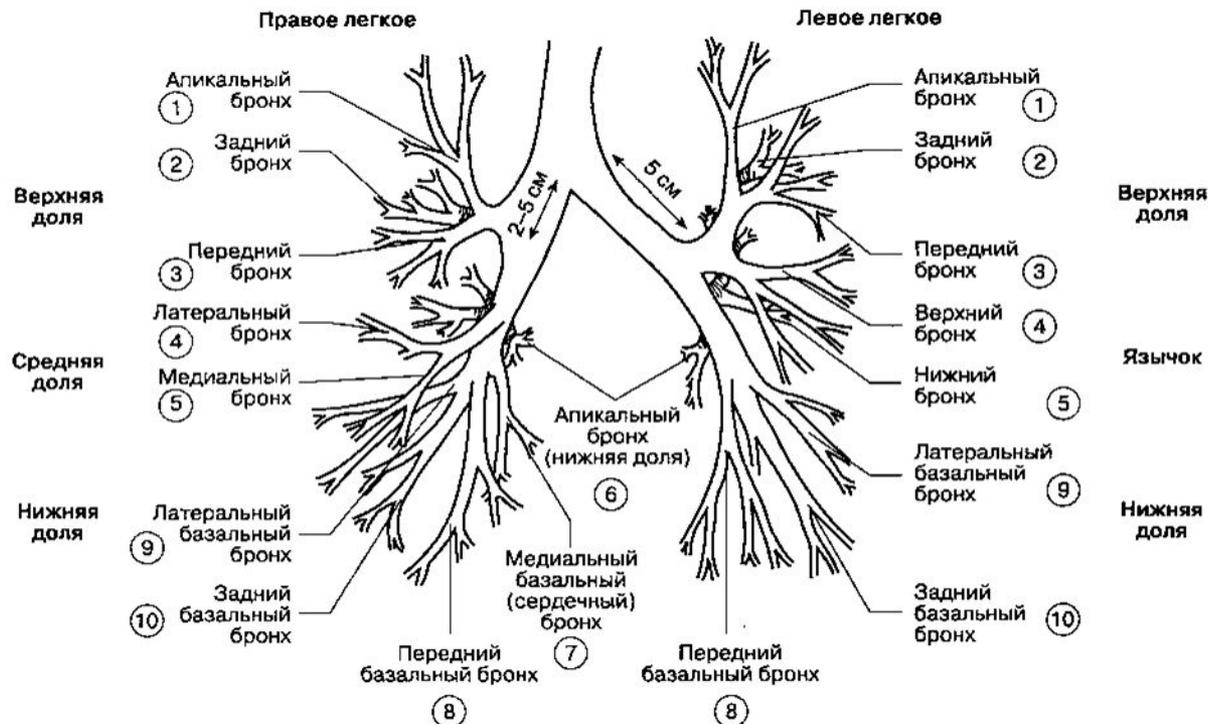
**ЛЕГКИЕ ЗАНИМАЮТ ВСЕ СВОБОДНОЕ ПРОСТРАНСТВО В ГРУДНОЙ ПОЛОСТИ. РАСШИРЕННАЯ ЧАСТЬ ЛЕГКИХ ПРИЛЕГАЕТ К ДИАФРАГМЕ. ОБЩАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЛЕГКИХ 100 М<sup>2</sup>.**



Каждое легкое одето оболочкой - легочной плеврой. Грудную полость тоже выстилает оболочка - пристеночная плевра. Между пристеночной и легочной плеврой узкая щель - плевральная полость, которая заполнена тончайшим слоем жидкости, которая облегчает скольжение легочной стенки во время вдоха и выдоха.

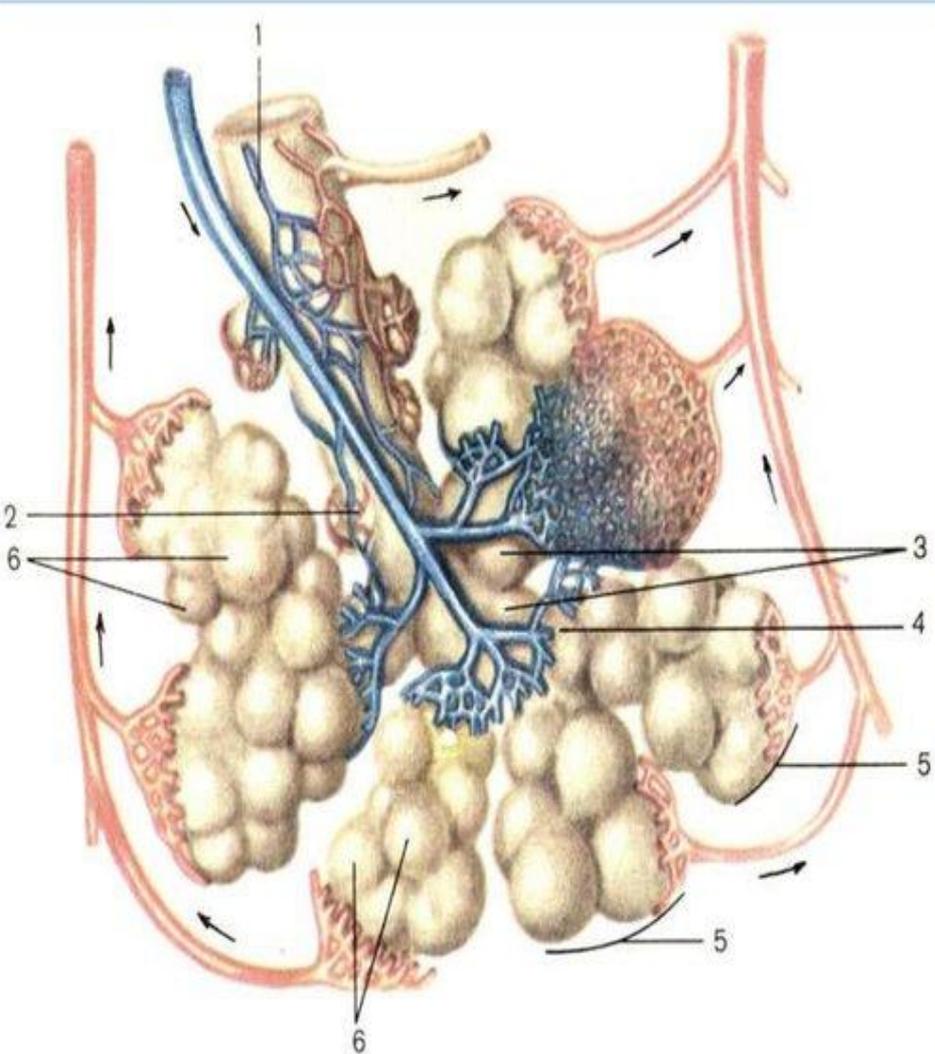


**Сегмент:** участок легкого, основанием обращенный к поверхности органа, а вершукой у корню. Состоит из легочных долек. В центре сегмента находится сегментарный бронх и артерия, а на границе с соседним сегментом – сегментарная вена.



- \* Своеобразную скелетную основу органа образуют ветвящиеся, как крона дерева, долевые, сегментарные и субсегментарные бронхи. Самые маленькие конечные бронхи называются бронхиолы, они не содержат желёз и хрящей. Каждая конечная бронхиола делится на 12-18 пограничных бронхиол, поставляющих воздух в ацинус – структурно-функциональную единицу респираторного отдела.

# Долька легкого



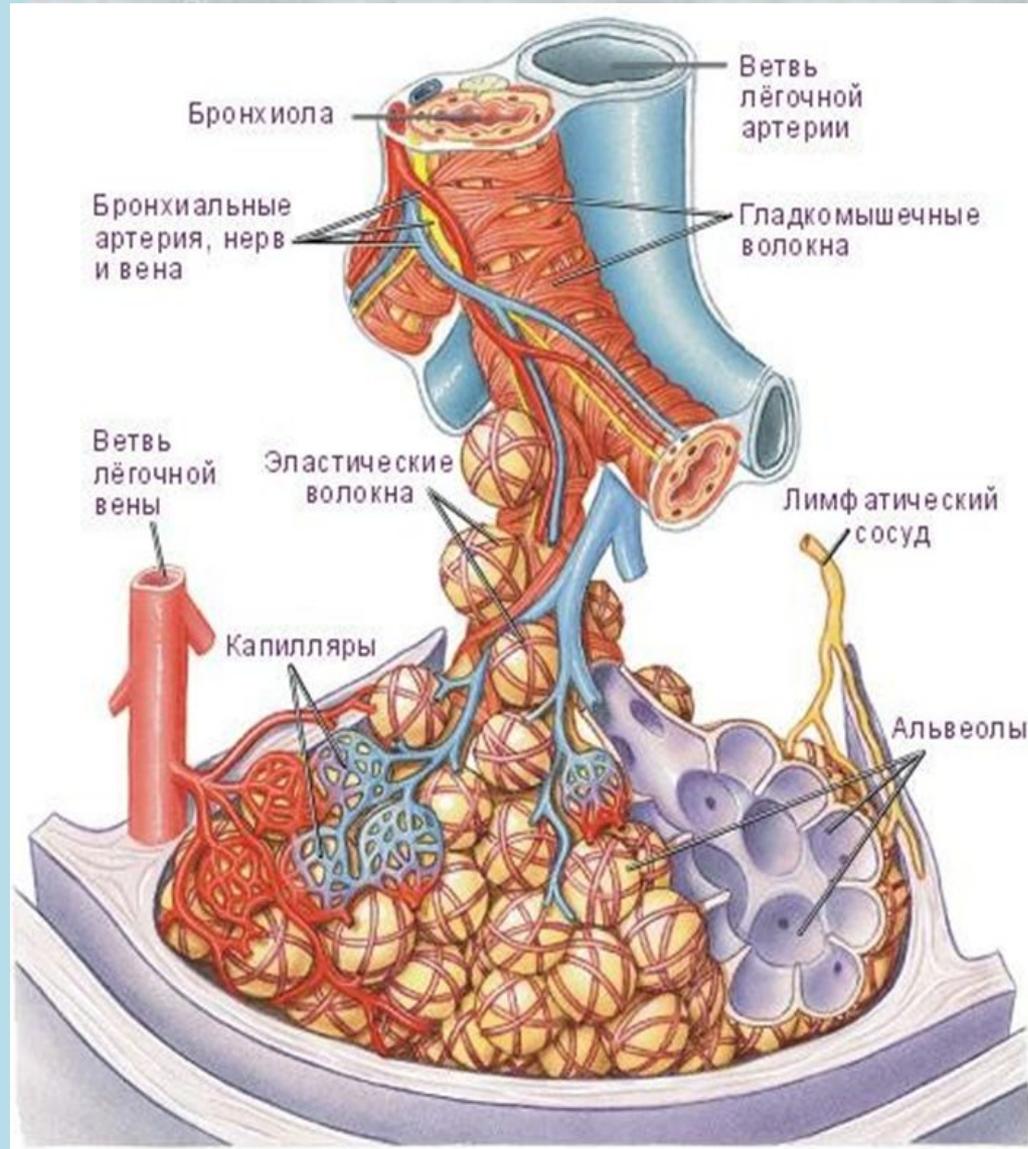
- В соответствии с разветвлениями бронхов и сосудов сегменты разделяются на субсегменты и дольки, разграниченные все более тонкими прерывистыми прослойками соединительной ткани. Часть долек по форме напоминает пирамиду величиной от 1 до 2 см, через вершину которой проходит внутридольковый бронх, отдающий терминальные бронхиолы. В соответствии с ними легочная долька разделяется на ацинусы (первичные дольки), образующие респираторный отдел легкого.

**Альвеола** – открытый пузырек, через стенку которого происходит газообмен, количество 300-400 млрд, площадь поверхности - 100 м<sup>2</sup>

**Альвеолярный эпителий:**

- Респираторные эпителиоциты - альвеолоциты I
- Секреторные (зернистые) эпителиоциты – альвеолоциты II

# Строение лёгких (альвеолы)



- \* Альвеолы изнутри покрыты **сурфактантом** - сложным белковым поверхностно-активным веществом.
- \* Поверхностное натяжение создаётся за счёт сурфактанта, благодаря которому альвеолы не спадаются. Сурфактант обеспечивает эластичность альвеол.

# Диффузия газов в лёгких

\* Парциальное давление кислорода в альвеолах (100 мм рт.ст.) значительно выше, чем напряжение кислорода в венозной крови, поступающей в капилляры легких (40 мм рт.ст.). Градиент парциального давления углекислого газа направлен в обратную сторону (46 мм рт.ст. в начале легочных капилляров и 40 мм рт.ст. в альвеолах). Эти градиенты давлений являются движущей силой диффузии кислорода и двуокиси углерода, т.е. газообмена в легких.

- \* **Вентиляция лёгких** осуществляется за счет создания разности давления между альвеолярным и атмосферным воздухом.
- \* При вдохе давление в альвеолярном пространстве значительно снижается (за счет расширения грудной полости) и становится меньше атмосферного (на 3-5 мм рт. ст.), поэтому воздух из атмосферы входит в воздухоносные пути.
- \* При выдохе давление в альвеолярном пространстве приближается к атмосферному давлению или даже становится выше его (форсированный выдох). Это приводит к удалению очередной порции воздуха из легких.
- \* При спокойном вдохе и выдохе через легкие проходит около 500 мл воздуха – дыхательный объём (ДО). Из них часть заполняет анатомическое мертвое пространство (около 175 мл). До основной среды доходит около 325 мл воздуха.
- \* В среднем акт дыхания совершается за 4-10 с. Акт вдоха проходит несколько быстрее, чем акт выдоха. За минуту совершается 16-18 дыхательных циклов. Через легкое за минуту проходит около 3-8 л воздуха – это минутный объем дыхания (МОД) или легочная вентиляция.
- \* При форсированном (глубоком) вдохе человек может, после ДО,

# Па ра ме тр ы ды ха ни я

- \* Минутный объём дыхания (МОД) характеризует функцию внешнего дыхания.
- \* В спокойном состоянии воздух в трахее, бронхах, бронхиолах и в неперфузируемых альвеолах в газообмене не участвуют, так как не приходит в соприкосновение с активным легочным кровотоком - это так называемое "мёртвое" пространство. Часть дыхательного объёма, которая участвует в газообмене с легочной кровью, называется альвеолярным объёмом. С физиологической точки зрения альвеолярная вентиляция - наиболее существенная часть наружного дыхания, так как она является тем объёмом вдыхаемого за 1 мин воздуха, который обменивается газами с кровью легочных капилляров.
- \* МОД измеряется произведением ЧД на ДО. У здоровых лиц ЧД - 16-18 в минуту, а ДО колеблется в пределах 350-750 мл, у спортсменов ЧД - 8-12 мл, а ДО - 900-1300 мл. Увеличение МОД (гипервентиляция) наблюдается вследствие возбуждения дыхательного центра, затруднения диффузии кислорода и др.
- \* В покое МОД составляет 5-6 л, при напряженной физической нагрузке может возрасти в 20-25 раз и достигать 120-150 л в 1 мин и более. Увеличение МОД находится в прямой зависимости от мощности выполняемой работы, но только до определённого момента, после которого рост нагрузки уже не сопровождается увеличением МОД.
- \* Даже при самой тяжёлой нагрузке МОД никогда не превышает 70-80% уровня максимальной вентиляции. Расчёт должной величины МОД основан на том, что у здоровых лиц из каждого литра провентилированного воздуха поглощается примерно 40 мл кислорода (это так называемый коэффициент использования кислорода).
- \* Вентиляционным эквивалентом (ВЭ) называются соотношение между МОД и величиной потребления кислорода. В состоянии покоя 1 л кислорода в лёгких поглощается из 20-25 л воздуха. При тяжёлой физической нагрузке вентиляционный эквивалент увеличивается и достигает 30-35 л. Под влиянием тренировки на выносливость вентиляционный эквивалент при стандартной нагрузке уменьшается. Это свидетельствует о более экономном дыхании у тренированных лиц.

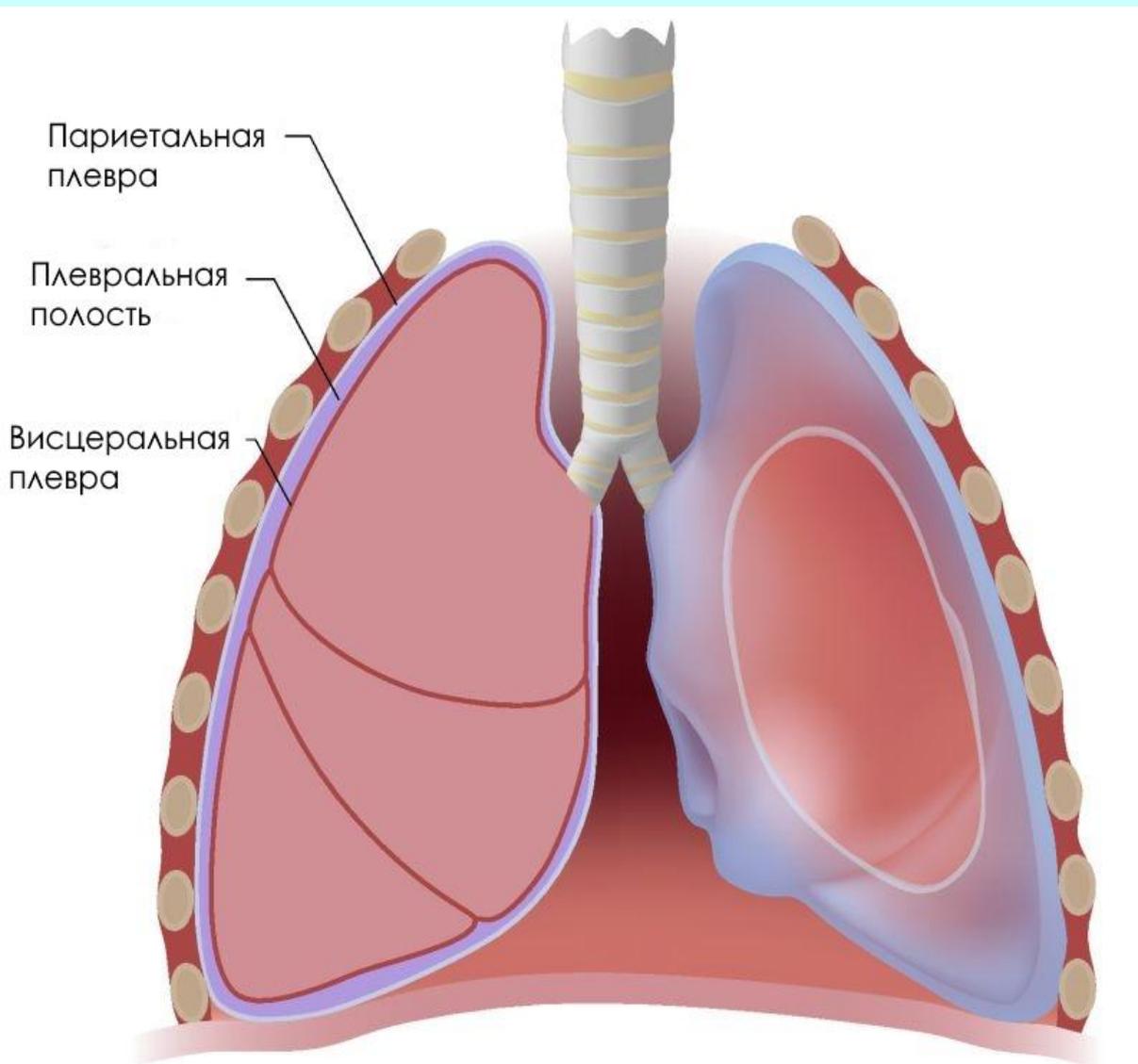
# Параметры дыхания

Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) состоит из дыхательного объёма лёгких, резервного объёма вдоха и резервного объёма выдоха. ЖЕЛ зависит от пола, возраста, размера тела и тренированности. ЖЕЛ составляет в среднем у женщин 2,5-4 л, а у мужчин - 3,5-5 л. Под влиянием тренировки ЖЕЛ возрастает, у хорошо тренированных спортсменов она достигает 8 л.

- \* Общая ёмкость лёгких (ОЕЛ) представляет собой сумму ЖЕЛ и остаточного объёма лёгких, то есть того воздуха, который остается в лёгких после максимального выдоха и может быть определён только косвенно. У молодых здоровых людей - 75-80% ОЕЛ занимает ЖЕЛ, а остальное приходится на остаточный объём. У спортсменов доля ЖЕЛ в структуре ОЕЛ увеличивается, что благоприятно отражается на эффективности вентиляции.
- \* Максимальная вентиляция лёгких (МВЛ) - это предельно возможное количество воздуха, которое может быть провентилировано через лёгкие в единицу времени. Обычно форсированное дыхание проводится в течение 15 с и умножается на 4. Это и будет величина МВЛ. Большие колебания МВЛ снижают диагностическую ценность определения абсолютного значения этих величин. Поэтому полученную величину МВЛ приводят к должной.
- \* Объем воздуха, остающегося в лёгких после максимального выдоха (ОО) наиболее полно и точно характеризует газообмен в лёгких.
- \* Одним из основных показателей внешнего дыхания является газообмен (анализ респираторных газов - углекислоты и кислорода в альвеолярном воздухе), то есть поглощение кислорода и выведение углекислоты. Газообмен характеризует внешнее дыхание на этапе "альвеолярный воздух - кровь легочных капилляров". Он исследуется методом газовой хроматографии.
- \* Функциональная проба Розенталя позволяет судить о функциональных возможностях дыхательной мускулатуры. Проба проводится на спирометре, где у обследуемого 4-5 раз подряд с интервалом в 10-15 с определяют ЖЕЛ. В норме получают одинаковые показатели. Снижение ЖЕЛ на протяжении исследования указывает на утомляемость дыхательных мышц.

- \* **Акт вдоха (инспирация)** – процесс активный. Расширение грудной полости совершается дыхательными мышцами. Главная мышца – диафрагма. При её сокращении уплощается купол диафрагмы, что приводит к увеличению верхне-нижнего размера грудной полости. При спокойном вдохе участвуют также межхрящевые участки межреберных мышц краниальных межреберий, а также наружные межреберные мышцы. При их сокращении поднимаются ребра, отходит грудина. Размеры грудной полости увеличиваются в переднезаднем и поперечном направлениях.
- \* **Акт выдоха (экспирация)** в условиях покоя – процесс пассивный. Он происходит на фоне расслабления инспираторной мускулатуры за счёт эластической отдачи энергии, которая накопилась во время вдоха при растяжении эластических структур легких.
- \* При форсированном выдохе сокращаются внутренние межреберные мышцы, которые активно уменьшают объем грудной полости и тем самым повышают плевральное давление, т.е. создают в альвеолах более высокое давление, чем в атмосфере.

# Плевральные оболочки и полость

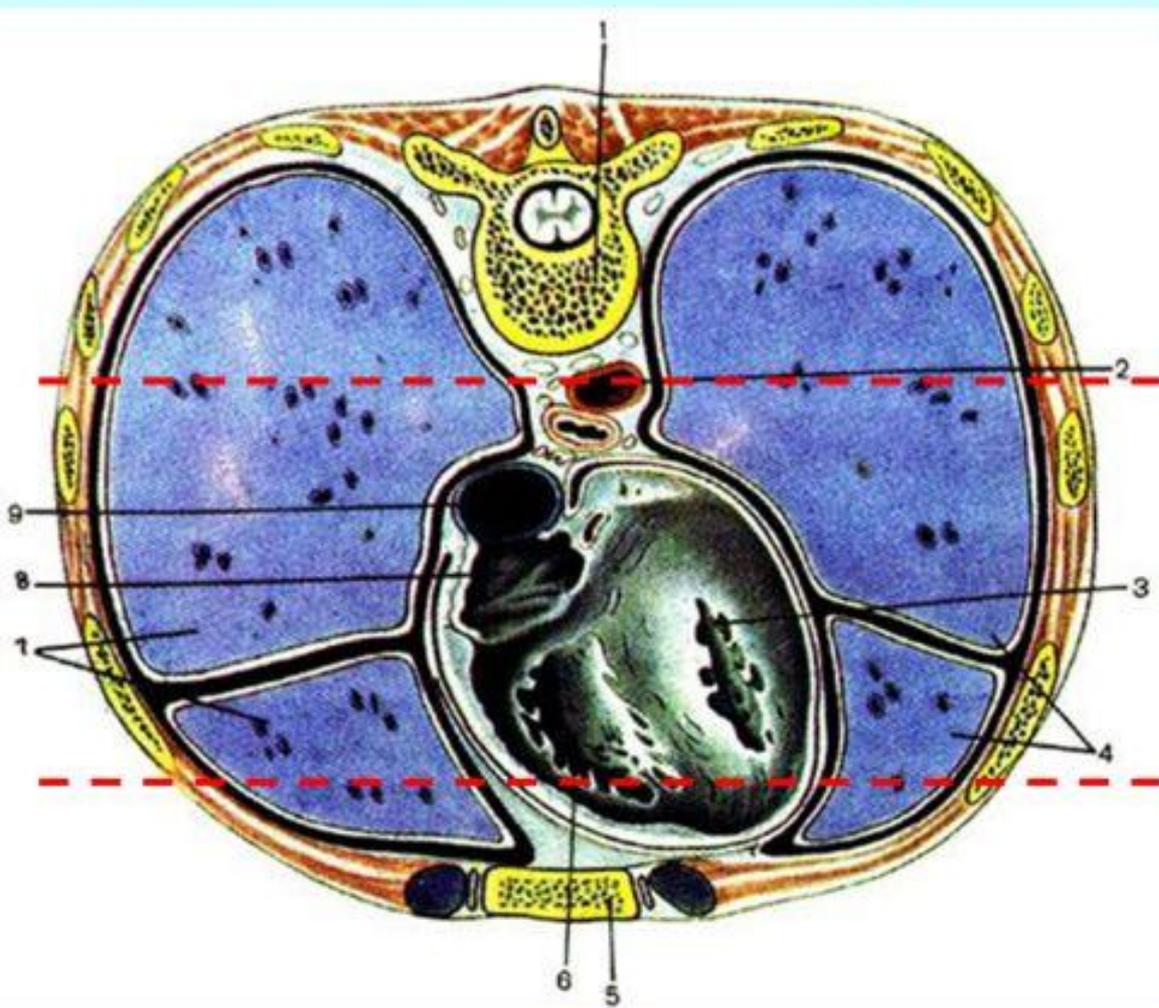


## 2 листка:

- **висцеральный:**  
плотно срастается с  
тканью органа
- **париетальный:**  
реберная, медиальная и  
диафрагмальная плевра

**Плевральная  
полость** заполнена  
серозной жидкостью

**Средостенье** — комплекс органов, расположенных между правой и левой



**2 отдела:**

- *верхнее средостенье:*
- *нижнее средостенье:*  
переднее, среднее, заднее