

Анатомия и физиология дыхания

К органам дыхания относятся:

- легкие, где происходит газообмен между воздухом и кровью,
- воздухопроводящие пути, по которым проходит воздух в легкие и из них обратно в окружающую среду.

Воздух из окружающей среды последовательно проходит через

- ❖ полость носа или рта,
- ❖ глотку,
- ❖ гортань,
- ❖ трахею
- ❖ бронхи.

СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ



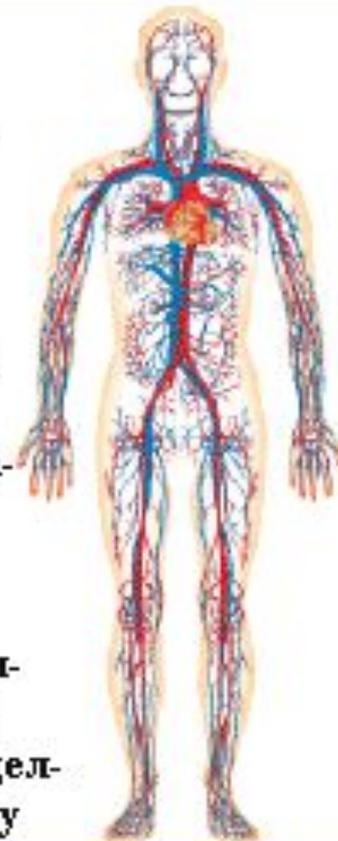
ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Дыхательная система связана с кровеносной, нервной и мышечной системами.

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

- Кровеносная система получает кислород из вдыхаемого воздуха
- Кровеносная система выделяет углекислый газ в воздух, который затем выдыхается

Для получения дополнительной информации о кровеносной системе щелкните мышью картинку



СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ



ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Дыхательная система связана с кровеносной, нервной и мышечной системами.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

- Отдел головного мозга управляет частотой дыхания
- Когда тело нуждается в кислороде, то нервная система увеличивает частоту дыхания

Для получения дополнительной информации о нервной системе щелкните мышью картинку



СИСТЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ



ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Дыхательная система связана с кровеносной, нервной и мышечной системами.

МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

- Мышцы между ребрами помогают расширять и сжимать грудную клетку при дыхании

- Диафрагма - мышца, которая поддерживает грудную клетку и помогает при дыхании

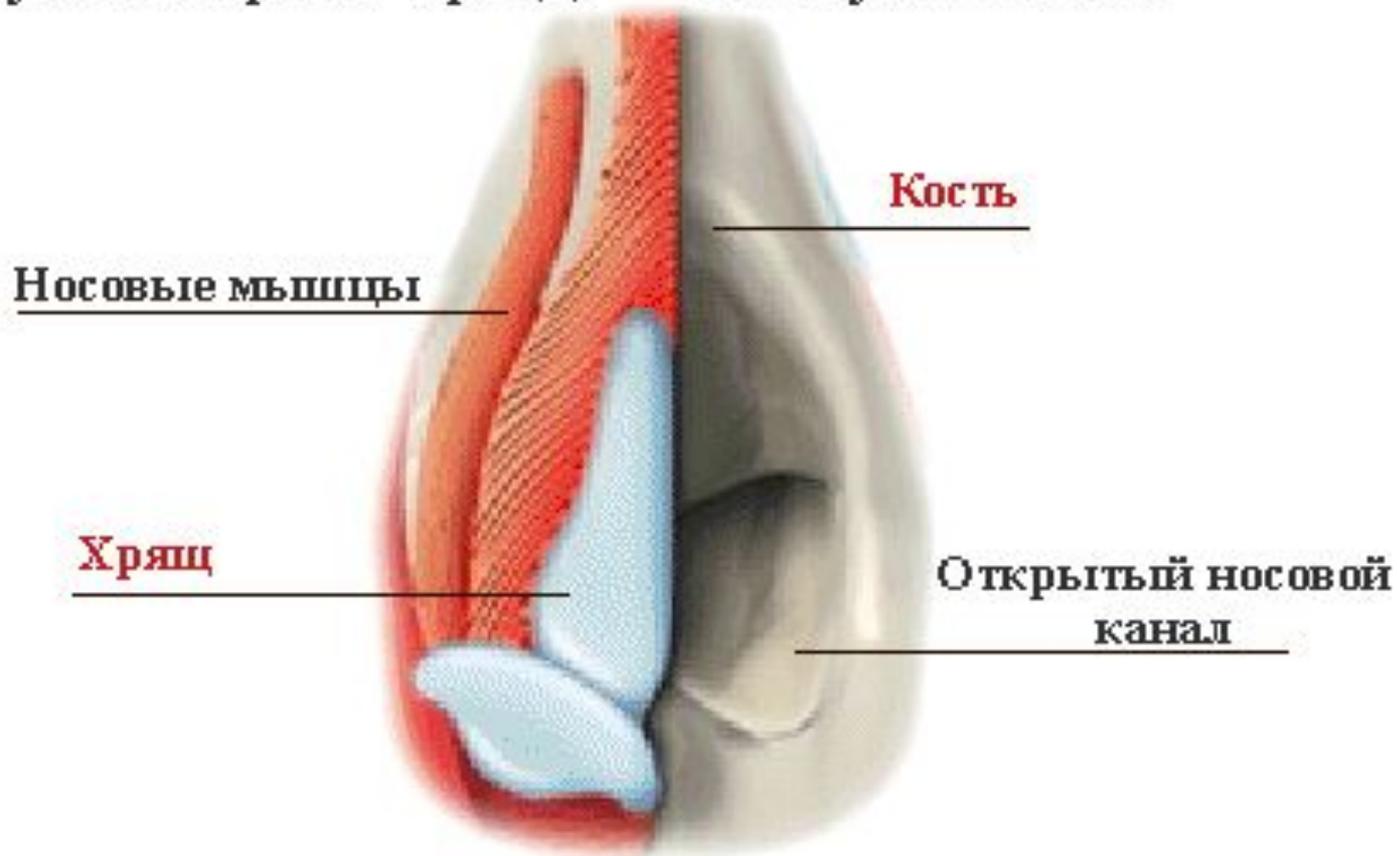
Для получения дополнительной информации о мышечной системе щелкните мышью картинку



НОС

Нос делится на две части : внешнюю, расположенную на лице; и внутреннюю часть, называемую носовым каналом. Внешняя, видимая часть в основном состоит из упругого материала - хряща,

покрытого кожей. Также есть два отверстия, называемых ноздрями, они соединены с носовым каналом. При вдыхании, воздух в канале нагревается и увлажняется.



Большая часть слизистой оболочки носовой полости покрыта **мерцательным эпителием**, который задерживает пылевые частицы, попадающие в нос с воздухом.

Бокаловидные клетки этого эпителия и слизистые железы своим **секретом увлажняют поверхность** слизистой оболочки.

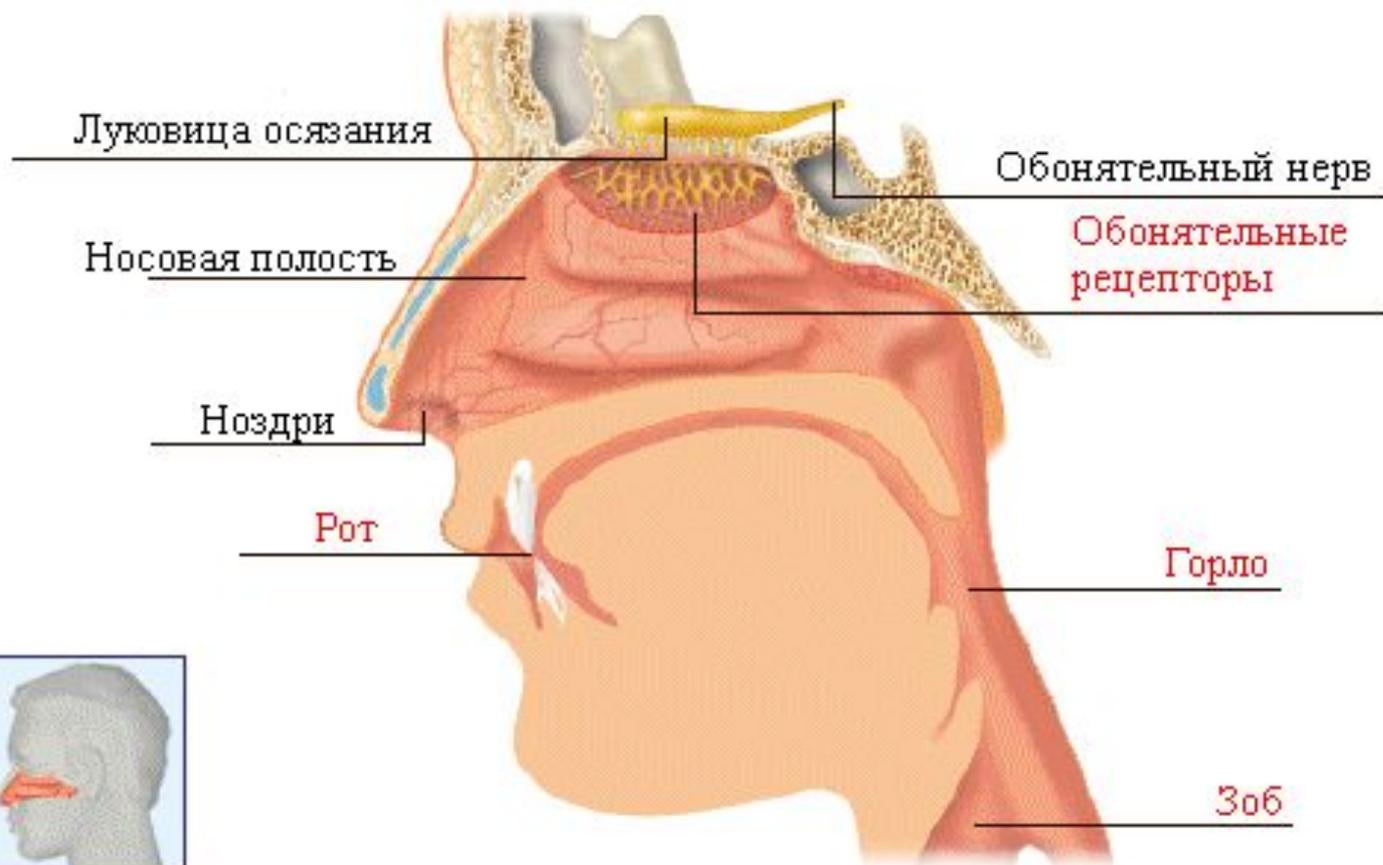
В толще ее, особенно на нижней носовой раковине, имеется **густая сеть кровеносных сосудов**.



ОБОНЯНИЕ

Запахи улавливаются рецепторами обоняния, которые расположены в верхней части носовой полости. После улавливания запаха, рецепторы посылают в мозг нервный

импульс. Мозг может различать около 10,000 различных запахов. После этого рецепторы приходят в нормальное состояние, пока не уловят новый запах.

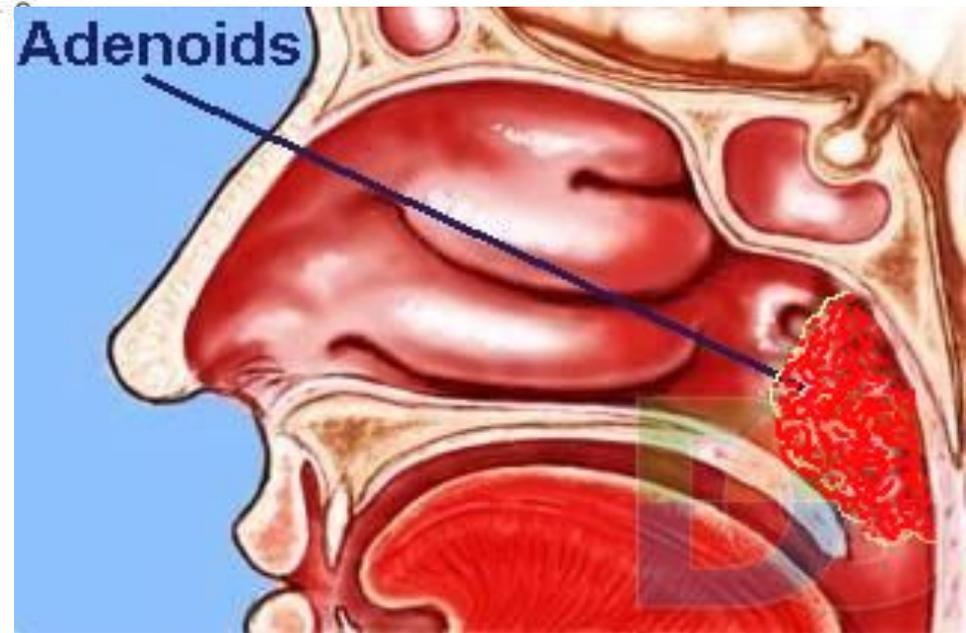
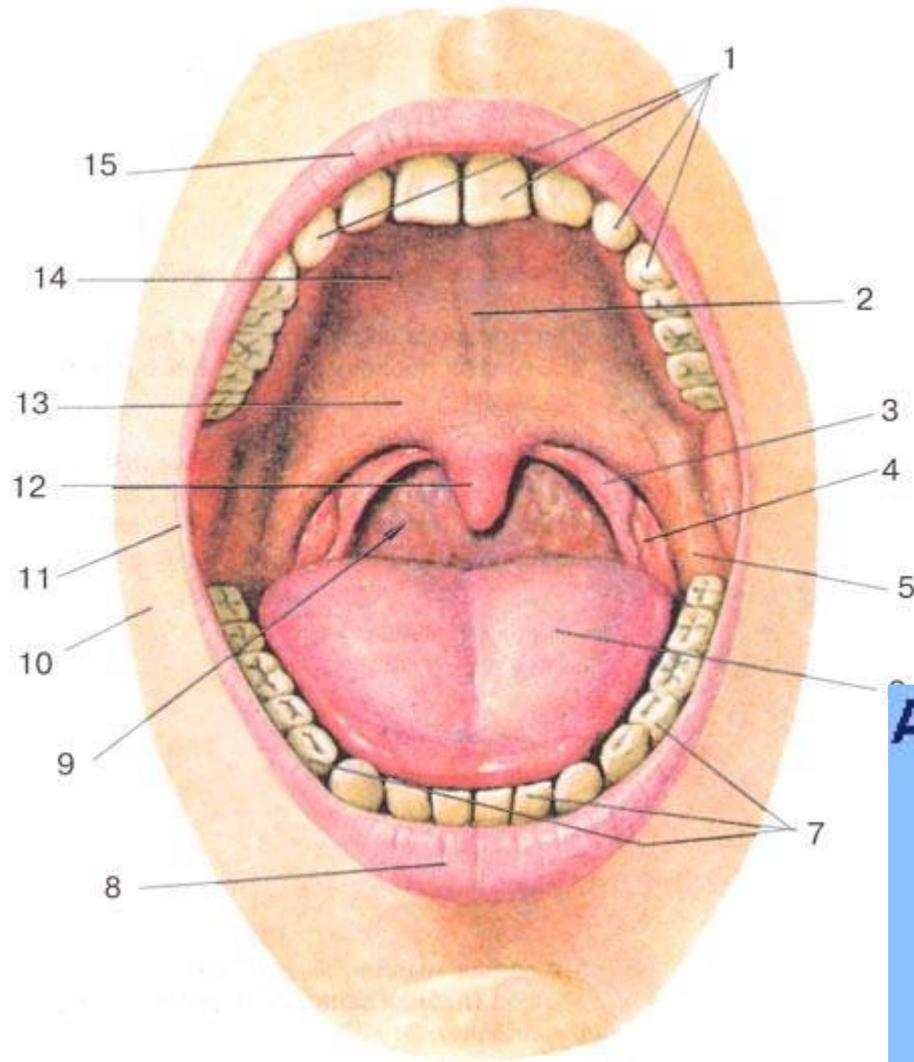


Глотка представляет собой мышечную трубку, начинающуюся у основания черепа и доходящую до уровня VI—VII шейных позвонков. На боковых стенках (на уровне задних концов нижних носовых раковин) располагаются **отверстия слуховых (евстахиевых) труб**. Эти отверстия соединяют **носовую часть глотки** с левой и правой барабанными полостями. На верхней (свод глотки) и на боковых стенках (в области глоточных отверстий слуховых труб) имеются скопления лимфоидной ткани, которые образуют глоточную и трубные миндалины. Внизу носовая часть глотки переходит в ротовую часть. **Ротовая часть** глотки спереди посредством зева сообщается с полостью рта, задняя стенка ротоглотки граничит с III шейным позвонком и внизу непосредственно переходит **в гортанную часть глотки**.

В слизистой оболочке задней стенки глотки содержится лимфоидная ткань в виде отдельных фолликулов, которые иногда образуют выраженные возвышения — "гранулы", кроме того, за задними дужками определяются лимфоидные валики.

Лимфоидное кольцо

- Небные миндалины
- аденоиды, являющиеся не парным органом. Они расположены в куполе носоглотки.
- язычная миндалина, расположенная на корне языка, относится к непарным органам.
- трубные валики, которые так же называют трубными миндалинами. Они окаймляют вход в глоточное устье слуховой трубы. Трубные валики расположены глубоко в носоглотке, на боковых (медиальных) поверхностях носоглотки справа и слева. Трубные миндалины являются парным органом, расположены на входе в слуховую трубу и нужны для предотвращения попадания инфекции в слуховую (евстахиеву) трубу.



Нёбные миндалины являются самыми крупными лимфоидными образованиями из всего глоточного кольца, и им принадлежит, пожалуй, главенствующая роль в утилизации бактериальной и вирусной инфекции, попадающей в глотку

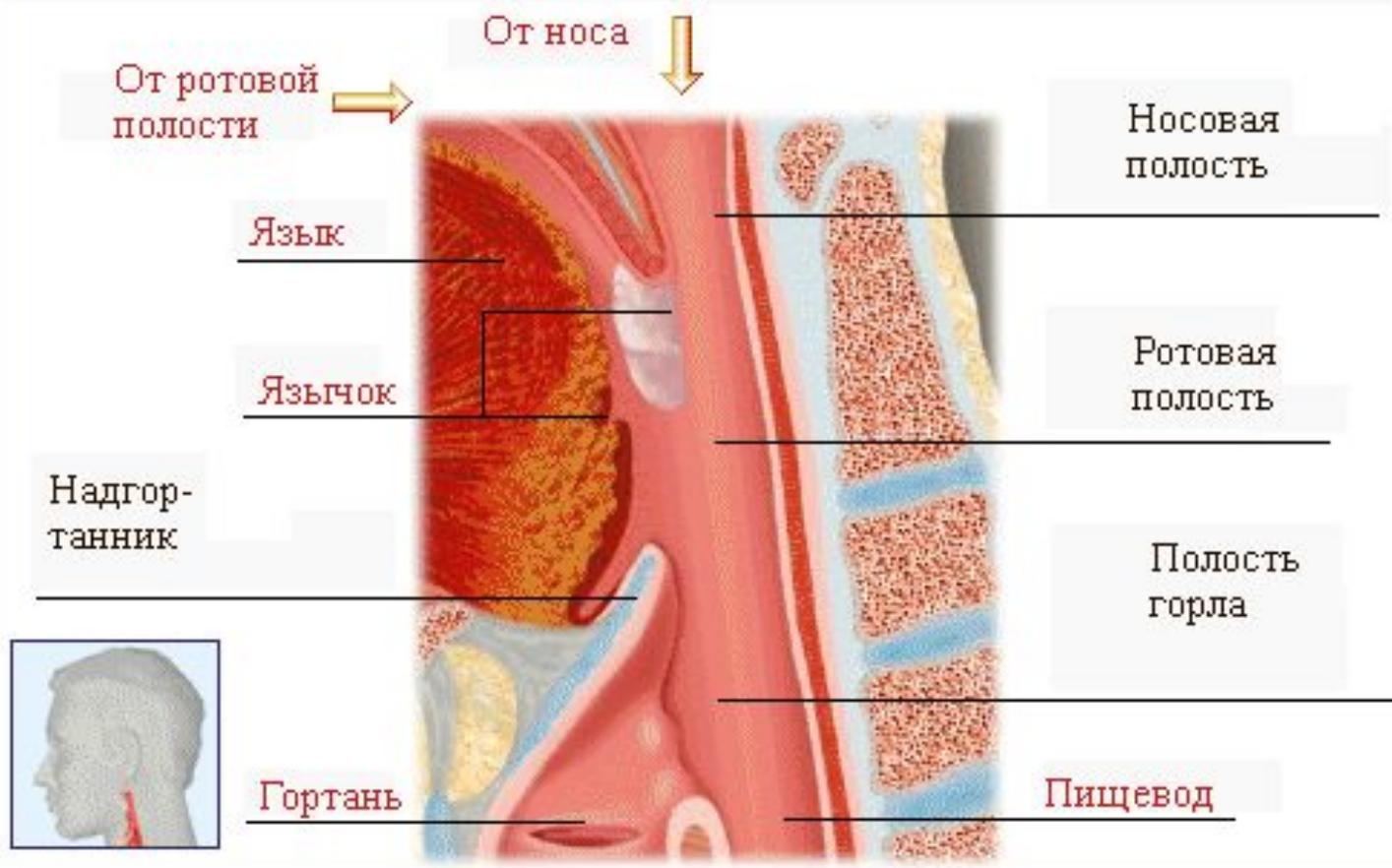
- В норме, на слизистой оболочке нёбных миндалин, а также в толще нёбных миндалин, в лакунах и криптах имеется рост непатогенной и условно патогенной микрофлоры, в нормальных (допустимых) концентрациях.
- В тканях нёбных миндалин вырабатываются следующие основные защитные вещества: лимфоциты, интерферон и гаммаглобулин.
- Нёбные миндалины выполняют роль серьёзного инфекционного и воспалительного барьера и являются важным компонентом создания не только местного, но и общего иммунитета в организме человека.



АНАТОМИЯ ГОРЛА

Горло похоже на трубку длин- на которой около 13 см (5 дюй- мов). Оно расположено между задней частью носовой полост- ти и пищеводом.

Еда проходит через горло и попа- дает в пищевод. Мышцы напряга- ются и расслабляются, проталки- вая пищу в желудок. Этот процесс называется перистальтикой.



Гортань расположена на передней поверхности шеи на уровне 4-6-го шейных позвонков.

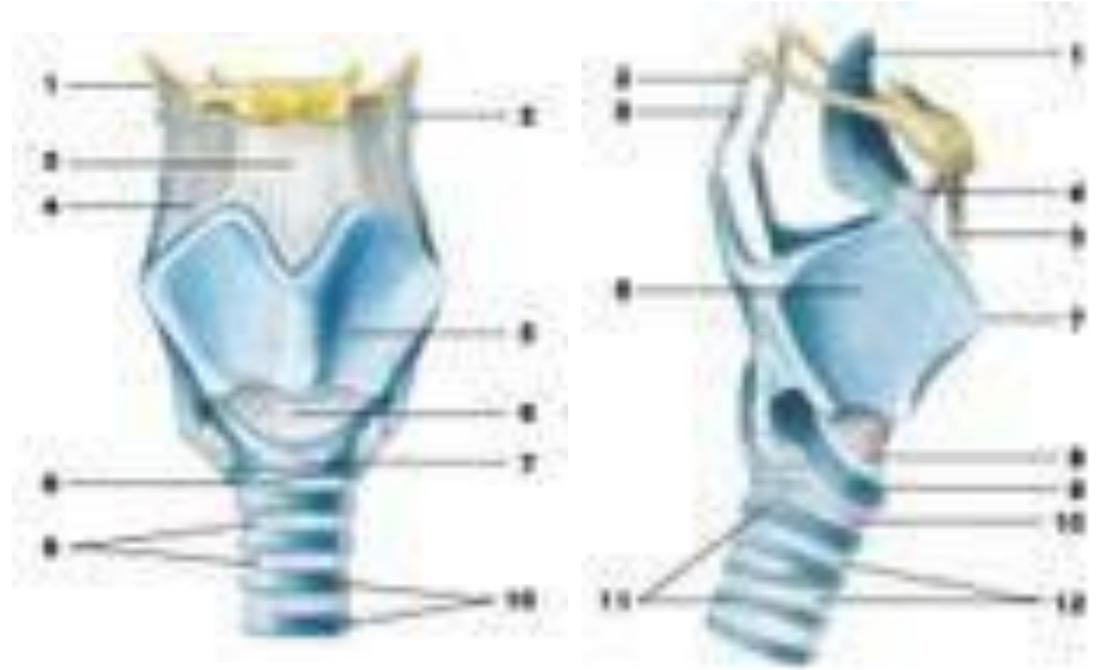
Поскольку гортань находится на пути движения воздуха в легкие и из легких, просвет ее должен всегда зиять.

Вместе с тем гортань расположена ниже и сзади полости рта, и поэтому вход в нее должен закрываться при прохождении пищи.

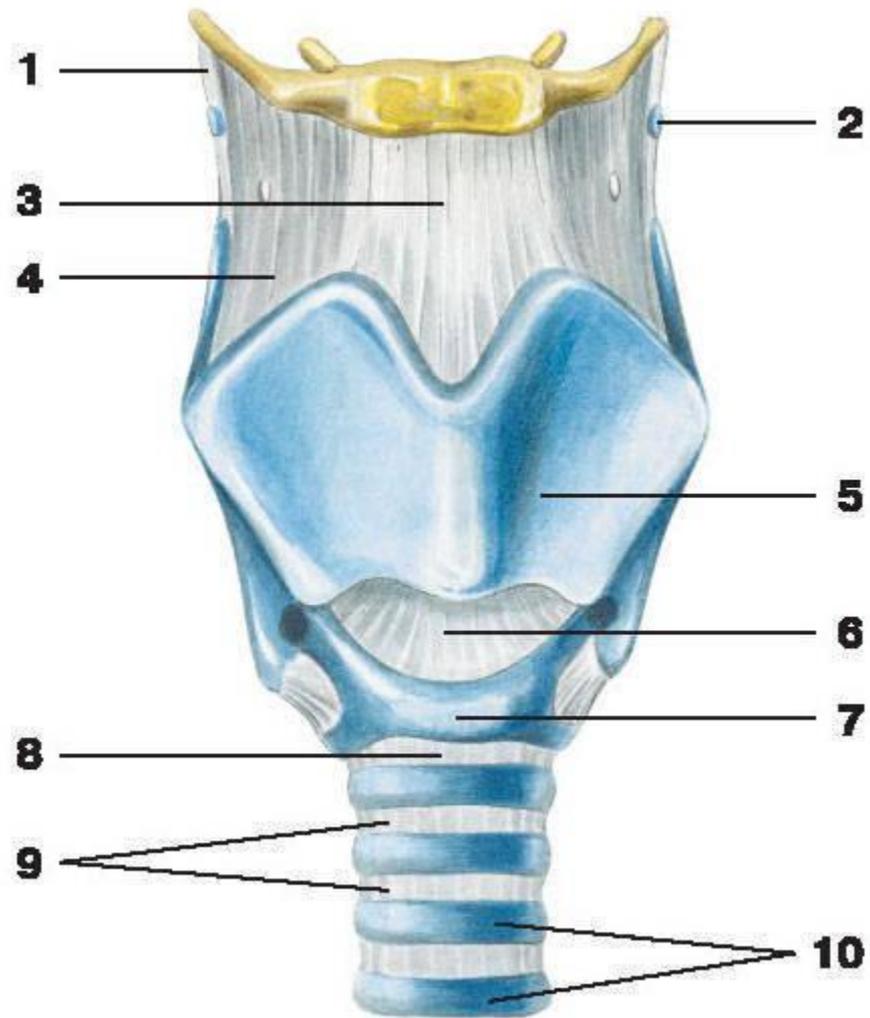
Все это оказывается возможным благодаря особому устройству гортани.

Скелетом гортани, ее твердой основой, являются хрящи:

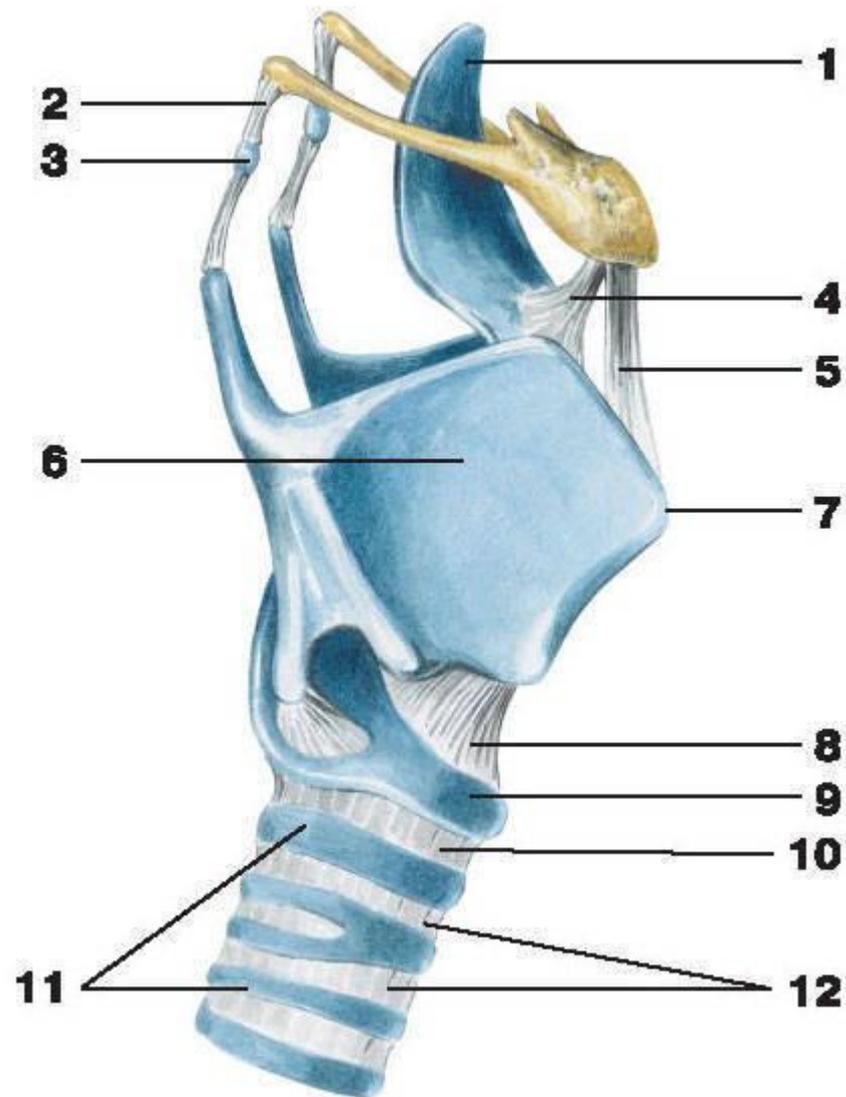
щитовидный,
перстневидный,
черпаловидные и
надгортанник.



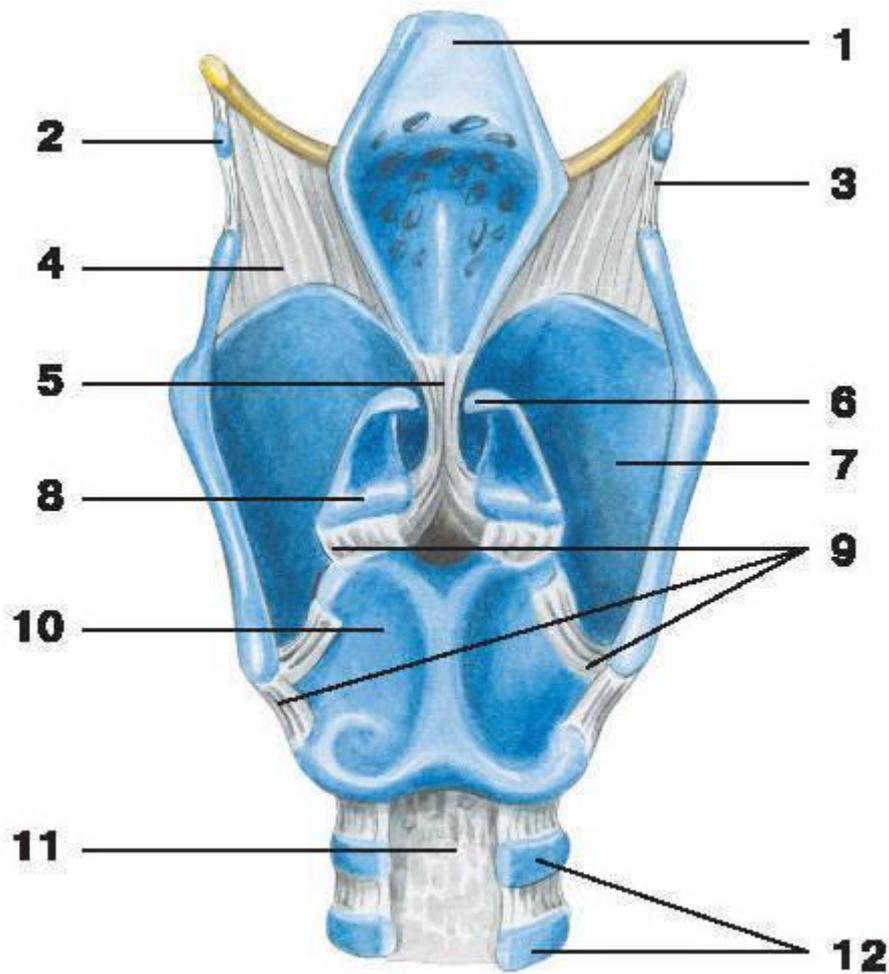
Все они гиалиновые, кроме надгортанника и голосового отростка черпаловидного хряща, которые состоят из эластической хрящевой ткани.



5 – щитовидный хрящ 7 – перстневидный хрящ

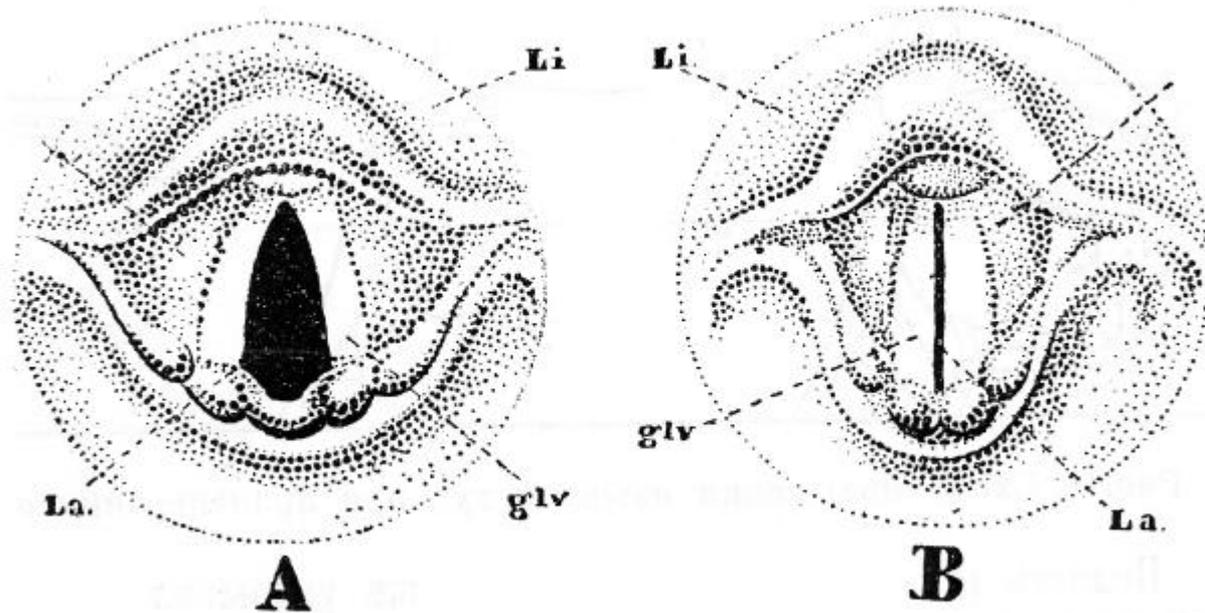


1 –надгортанный хрящ 11 –дугообразные трахейные хрящи



Наличие между хрящами суставов и мышц из поперечно-полосатой мышечной ткани позволяет приводить их, особенно черпаловидные в движение или фиксировать в определенном положении.

1- надгортанник 8- черпаловидные хрящи 10-перстневидный хрящ



Голосовые связки представляют собой две крайне чувствительные небольшие мышцы, расположенные почти горизонтально в гортани. **Роль последних в человеческом органе речи соответствует роли струн у скрипки.** Они обладают способностью совершать несколько различных движений, каждое из которых крайне важно для образования звуков речи. **Они могут расходиться или сближаться по отношению друг друга, вибрировать подобно струнам и, наконец, сокращаться в длину.** Благодаря последнему изменяется длина звуковых волн, порождаемых вибрациями голосовых связок, а, следовательно, и высота тона произносимых нами звуков (изменяет мелодику, музыкальный характер) нашей речи, тогда как два остальных определяют общий характер голоса, т.-е. используемой для производства звуков речи **выдыхаемой воздушной струи.**

Мышцы гортани построены из поперечно-полосатой скелетной мышечной ткани и **разделяются на расширяющие голосовую щель, суживающие голосовую щель и изменяющие состояние голосовых связок.** Лучше других развиты мышцы, которые натягивают голосовые связки и суживают голосовую щель.

Полость гортани с внутренней стороны выстлана слизистой оболочкой с мерцательным эпителием, кроме надгортанника и голосовых связок, которые покрыты многослойным плоским эпителием.

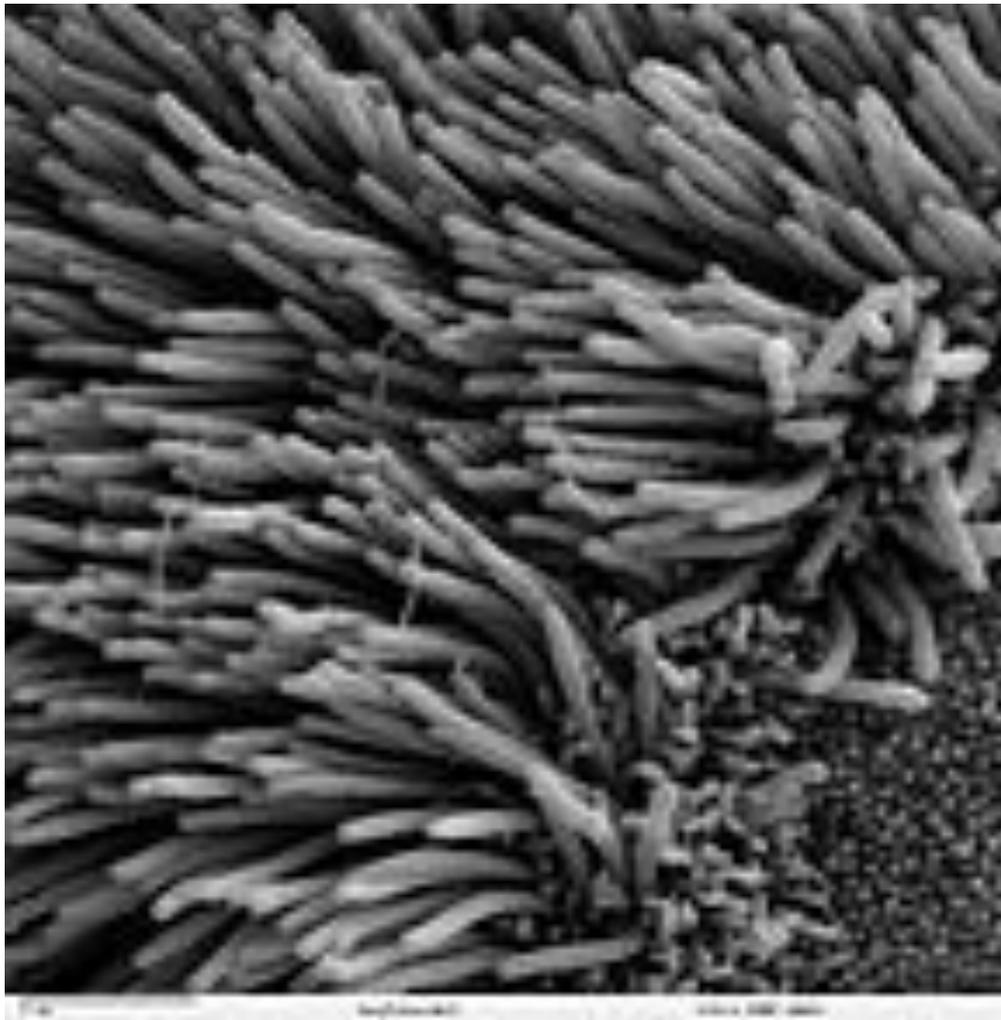
На правой и левой сторонах полости гортани имеются по две складки: верхняя – складка преддверия и нижняя – голосовая складка. Углубление между ними называется желудочком гортани. **Это своего рода резонаторы.**

Трахея, или дыхательное горло, представляет собой трубку длиной около 10 см. **Вверху, на уровне 6-го шейного позвонка, она соединяется с перстневидным хрящом гортани**, а внизу, на уровне 4-5-го грудного позвонка, разделяется на правый и левый главные бронхи. Позади трахеи лежит пищевод.

Основу трахеи составляют 16-20 хрящей подковообразной формы, соединенные друг с другом связками. Задняя стенка трахеи мягкая, хрящей не имеет, что способствует беспрепятственному прохождению пищевого комка по пищеводу. Снаружи трахея покрыта соединительнотканной оболочкой, а с внутренней стороны – слизистой оболочкой, которая содержит



Слизистая оболочка покрыта мерцательным эпителием, реснички которого очищают вдыхаемый воздух от пыли.



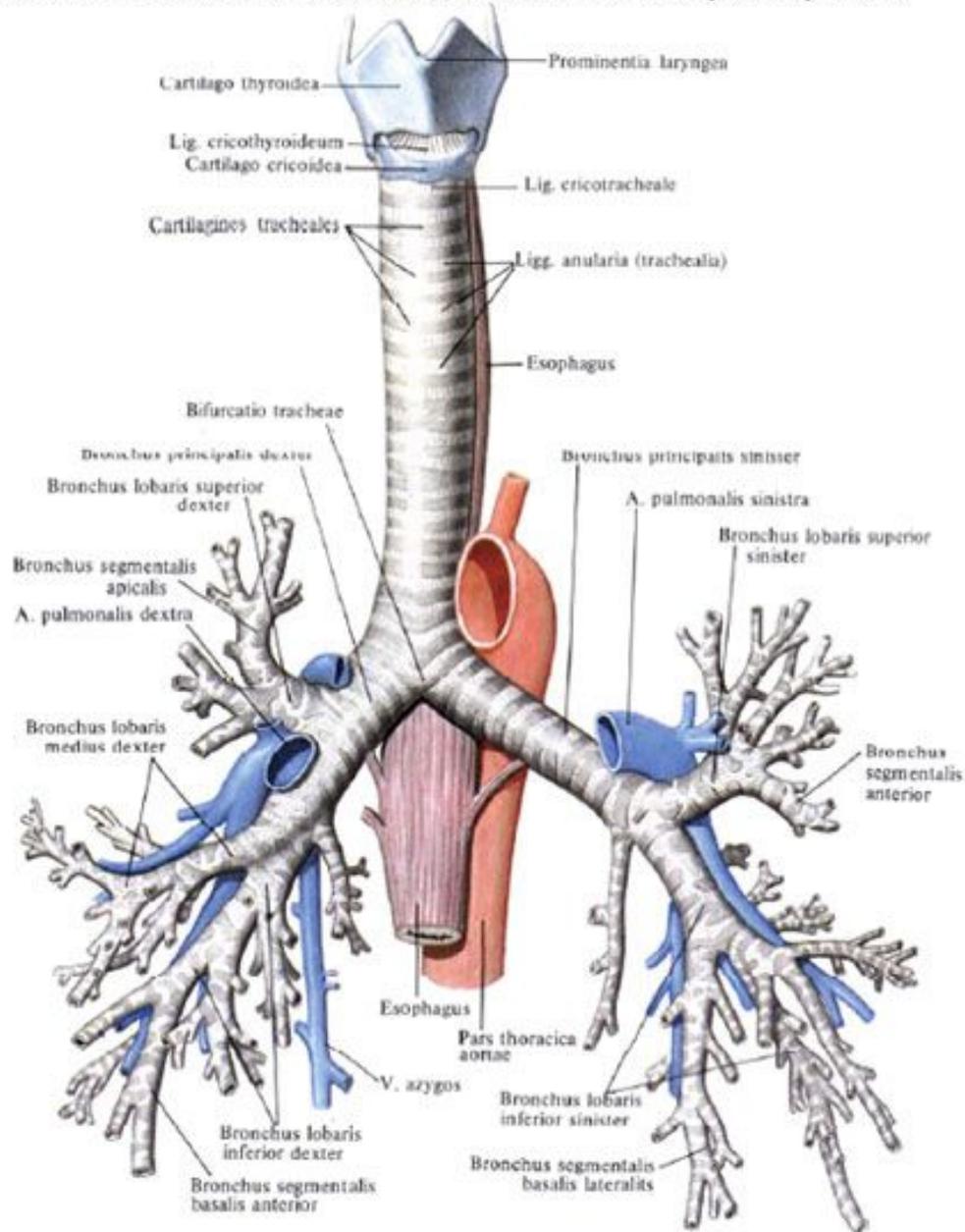
Эпителий трахеи (РЭМ)

Бронхи

- два *главных бронха* происходит на уровне четвёртого — пятого грудных позвонков. Правый главный бронх толще, короче, более вертикальный, чем левый.
- Каждый из главных бронхов затем делится на:
- *внелёгочные долевые бронхи* (бронхи первого порядка),
- сегментарные *внелёгочные бронхи* (бронхи второго порядка), 11 в правом лёгком и 10 в левом,
- *внутрилёгочные субсегментарные бронхи* (бронхи третьего — пятого порядков), (диаметр 2—5 мм),
- *долевые* (1—2 мм),
- *бронхиолы*, переходящие в альвеолы лёгких.

Стенки бронхов образованы гиалиновыми хрящевыми Стенки бронхов образованы гиалиновыми хрящевыми кольцами, препятствующими спадению бронхов, и гладкими мышцами; изнутри бронхи выстланы слизистой оболочкой. По ходу разветвлений бронхов расположены многочисленные лимфоузлы. Кровоснабжение Стенки бронхов образованы гиалиновыми хрящевыми кольцами, препятствующими спадению бронхов, и гладкими

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



Функции трахеи, бронхов

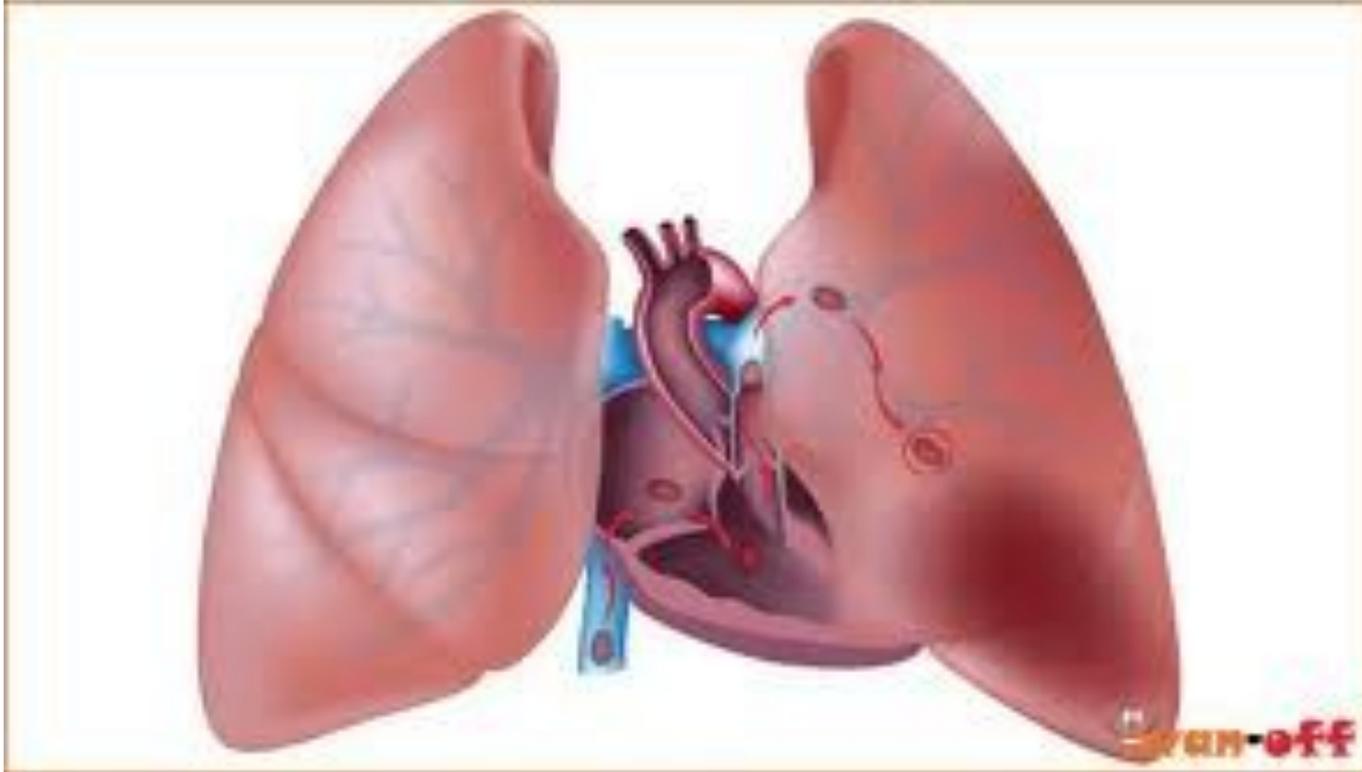
- Трахея и бронхи проводят воздух от верхней дыхательно-пищевой полости. Гортань служит для защиты этих воздушных путей. Во время прохождения воздух кондиционируется трахеобронхиальным мерцательным эпителием. Этот специализированный эпителий улавливает и выталкивает крошечные инородные тела (например, частицы размером 1-5 микрон), направляя их назад в глотку, откуда они проглатываются. Более крупные инородные тела могут возбудить рефлексорный кашель. Воздух согревается и увлажняется, контактируя с трахеобронхиальным эпителием и слизью, хотя в основном это согревание и увлажнение происходит в полости носа. Дополнительно к **респираторным функциям трахея и бронхи принимают косвенное участие в звуковом резонировании**. Эти структуры обеспечивают ток воздуха от легких к голосовым связкам.

Строение легких

Каждое легкое имеет форму конуса. Верхняя, суженная, часть его называется верхушкой легкого, а нижняя, расширенная, – основанием.

В легком различают три поверхности: реберную, диафрагмальную и медиальную, обращенную к сердцу.

На медиальной поверхности находятся **ворота легкого**, где расположены бронхи, легочная артерия, две легочных вены, лимфатические сосуды, узлы, нервы. Все эти образования объединяются соединительной тканью в пучок, который называется **корнем легкого**. Войдя в ворота легких, главные бронхи разделяются на все более мелкие, образуя так называемое **бронхиальное дерево**. Легкие, таким образом, состоят из бронхиального дерева и его конечных образований – легочных **пузырьков-альвеол**. С уменьшением калибра бронхов уменьшается количество хрящевой ткани в них и относительно увеличивается количество гладких мышечных клеток и



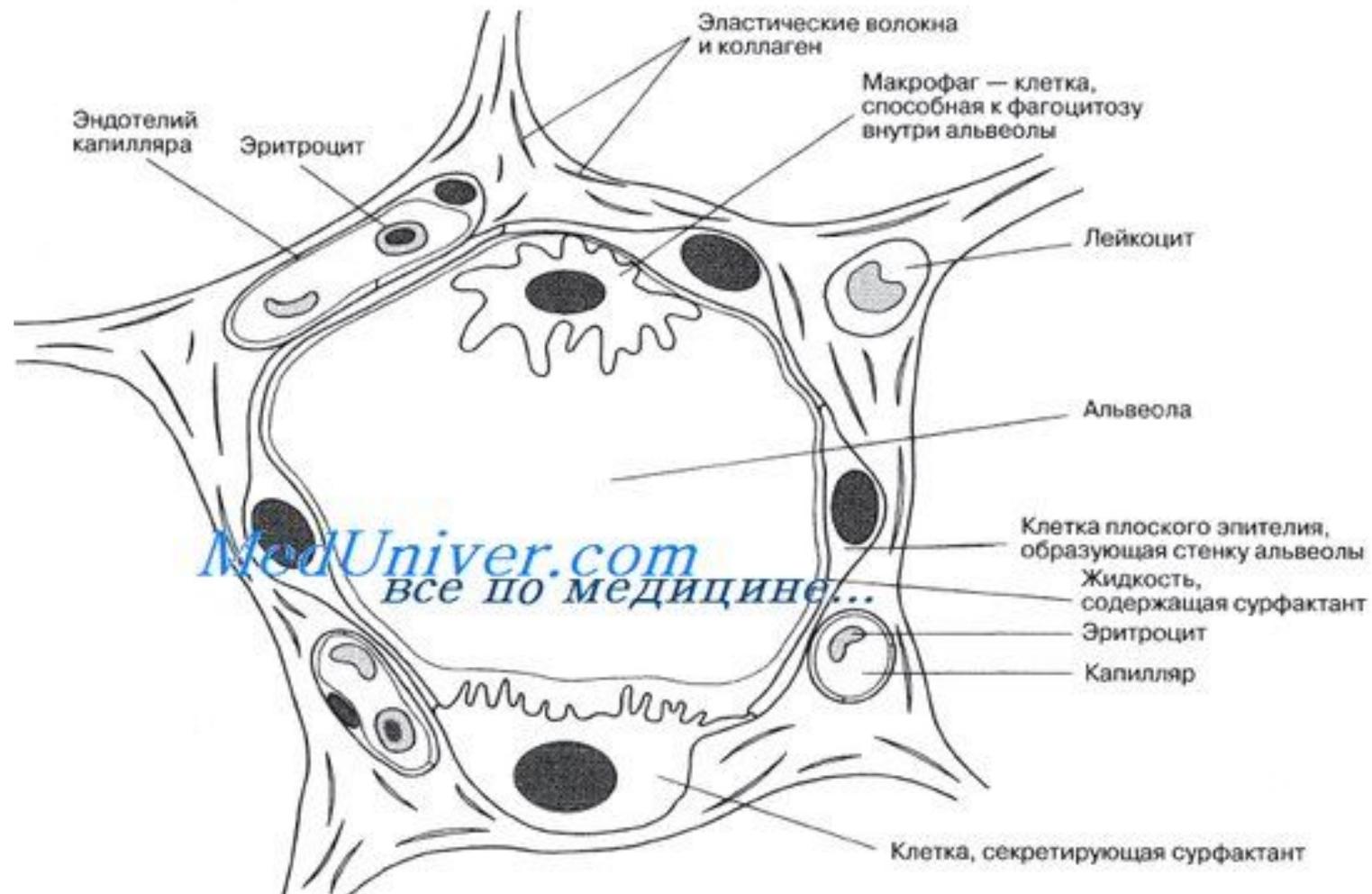
Легкие – парный орган. Расположены они в грудной полости, по обе стороны от средостения, в котором расположены: сердце с крупными сосудами, трахея, начальные отделы главных бронхов, пищевод, аорта, нервы и другие образования.

Сердце несколько смещено влево, поэтому правое легкое короче и шире левого.

Основной структурной единицей легкого является **ацинус, представляющий собой разветвление конечного бронха и связанных с ним альвеол.** В легких насчитывается до 800 тыс. ацинусов и до 300-400 млн. альвеол, **общая поверхность которых достигает 100 м².** 20-30 ацинусов, сливаясь, **образуют дольку пирамидальной формы,** величиной до 1 см в диаметре. Дольки отделены друг от друга соединительной тканью, в которой проходят сосуды и нервы. Из совокупности долек (2000-3000) образуются бронхологические сегменты, а из последних – доли легкого.

Важное значение для газообмена имеет альвеола, стенка которой очень тонка и состоит из одного слоя альвеолярного эпителия с базальной мембраной.

Альвеолы снаружи оплетены густой сетью кровеносных сосудов. Через стенку альвеолы и совершается газообмен между кровью, протекающей по капиллярам, и воздухом, богатым кислородом.



Стенки альвеол — это та поверхность, на которой происходит газообмен.

Толщина альвеолярной стенки составляет всего лишь около 0,0001 мм (0,1 мкм).

Наружная сторона альвеолярной стенки покрыта густой сетью кровеносных капилляров; все они берут начало от легочной артерии и в конце концов объединяются, образуя легочную вену. Каждая альвеола выстлана влажным плоским эпителием. Клетки его уплощены, что делает еще более тонким барьер, через который диффундируют газы. В альвеолярной стенке присутствуют также коллаген и эластические волокна, придающие ей гибкость и позволяющие альвеолам изменять свой объем при вдохе и выдох

Особые клетки в альвеолярной стенке выделяют на внутреннюю ее поверхность вещество, обладающее свойствами детергента, так называемый сурфактант.

Он снижает поверхностное натяжение слоя влаги на выстилающем альвеолы эпителии, благодаря чему на расширение легких при вдохе затрачивается меньше усилий. Сурфактант ускоряет также транспорт кислорода и CO₂ через этот слой влаги. Кроме того, он помогает убивать бактерии, которым удалось проникнуть в альвеолы. В здоровых легких сурфактант непрерывно секретруется и реабсорбируется. У плода человека он появляется впервые примерно на 23-й неделе. Это одна из главных причин, из-за которых плод до 24-й недели считается неспособным к самостоятельному существованию. Этим же определяется и срок, ранее которого стимуляция преждевременных родов запрещена законом в Великобритании. Предполагается, что у младенцев, рожденных ранее указанного срока, может отсутствовать сурфактант. Следствием этого явится синдром нарушения дыхания — одна из главных причин смерти недоношенных младенцев. Без сурфактанта поверхностное натяжение жидкости в альвеолах в 10 раз превышает норму и альвеолы после каждого выдоха спадаются. А для того чтобы они вновь расширились при вдохе, требуется затратить

Каждое легкое снаружи покрыто (кроме ворот) серозной оболочкой – плеврой.

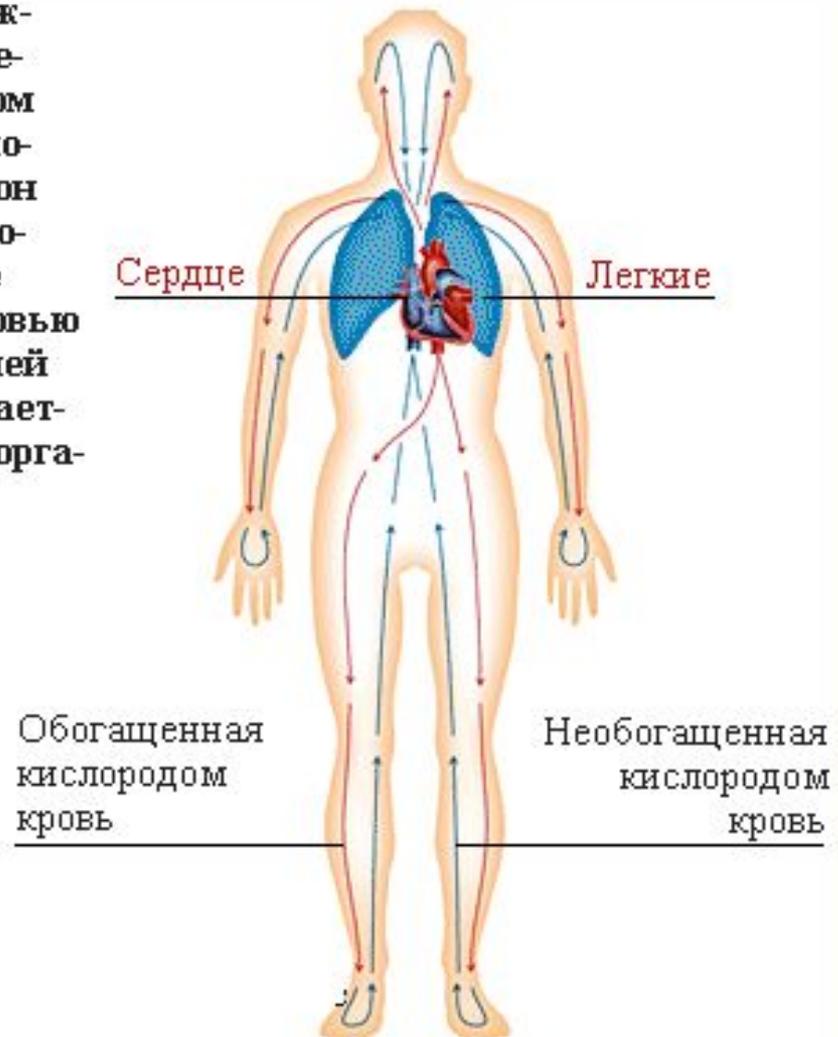
Та часть плевры, которая покрывает само легкое, называется висцеральной плеврой, а та, которая с корня легкого переходит на стенки грудной полости, – париетальной (пристеночной) плеврой. Между этими листками имеется полость плевры, заполненная небольшим количеством серозной жидкости, увлажняющей листки, что способствует лучшему скольжению легкого при вдохе и выдохе.

Плевральные полости, правая и левая, не сообщаются между собой, так как каждое легкое находится в собственном плевральном мешке.



ГАЗООБМЕН

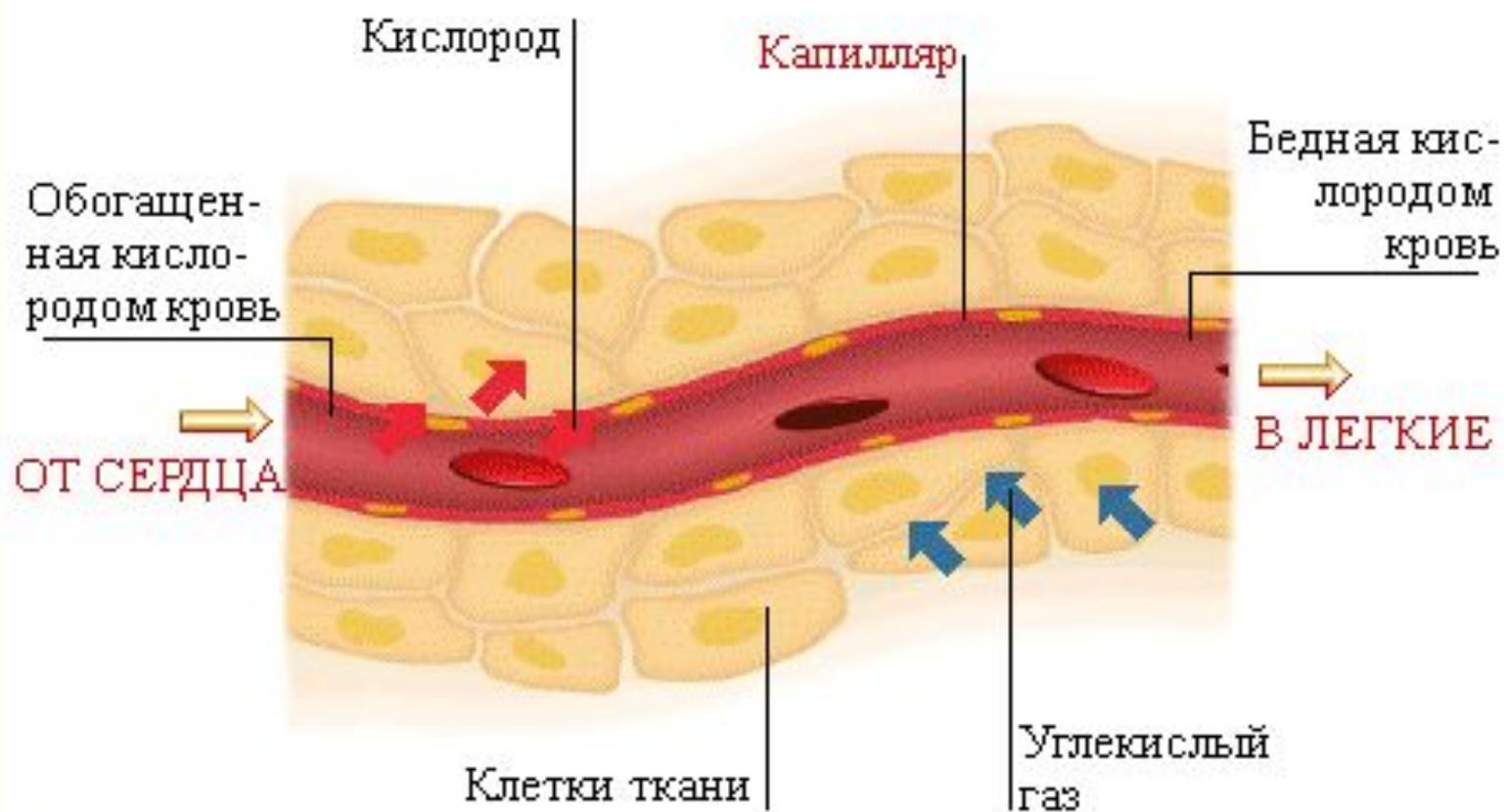
Все ткани и клетки тела нуждаются в постоянном снабжении кислородом. При каждом вдохе кислород с воздухом попадает в легкие, в которых он впитывается в кровь и разносится по всему телу. В то же время, углекислый газ с кровью выносится из клеток и тканей в легкие, где он "впрыскивается" в воздух и удаляется из организма при выдохе.



ГАЗООБМЕН В ТКАНЯХ

В тканях тела происходит обмен углекислого газа на кислород. Кислород проникает через стенки капилляров в клетки ткани. Углекислый

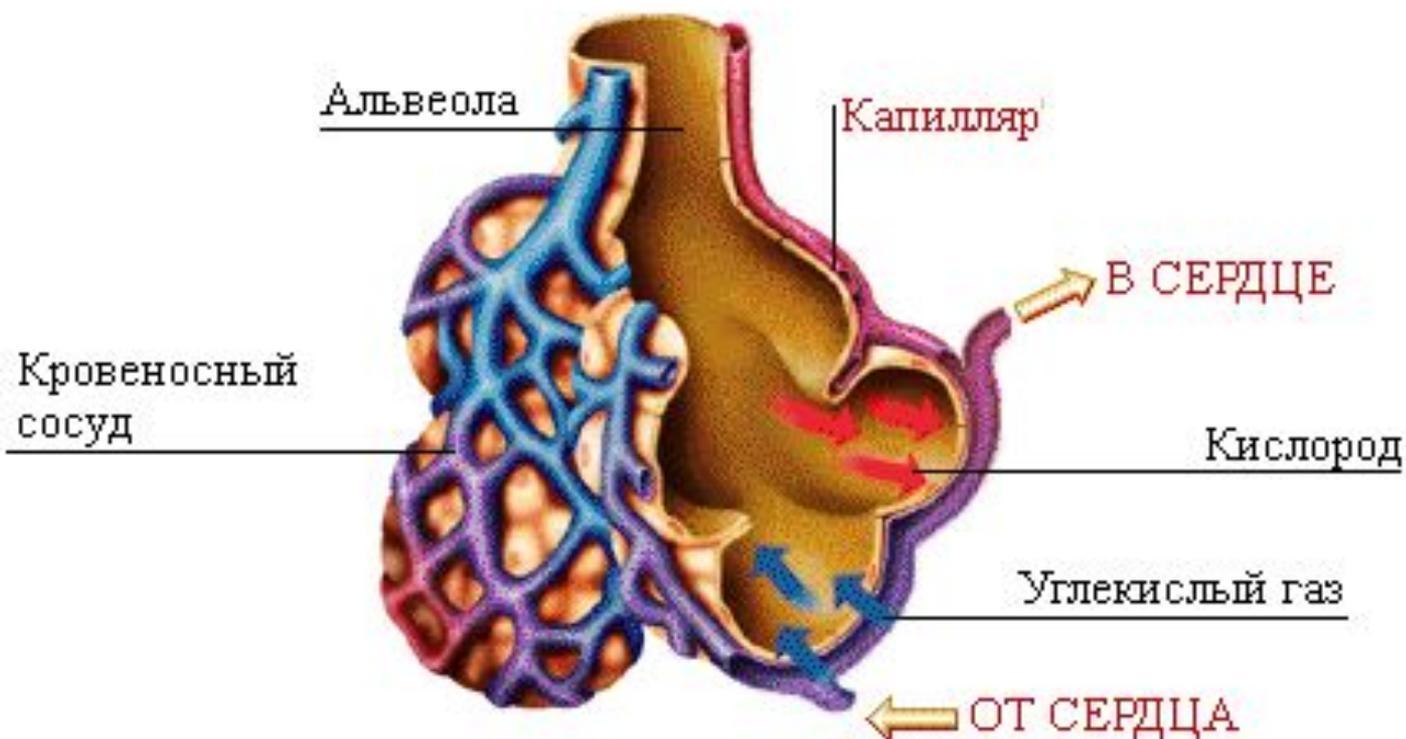
газ перемещается в обратном направлении - из клеток тканей в кровь, затем он переносится в легкие и удаляется из организма при выдохе.



ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ

В легких кровь меняет углекислый газ на кислород. Этот обмен происходит в крошечных воздушных пузырьках, называемых альвеолами. Кислород попадает в кровь через

тонкие стенки альвеол. Углекислый газ перемещается в обратном направлении - из крови в альвеолы. На вдохе кислород попадает в легкие, на выдохе удаляется углекислый газ.



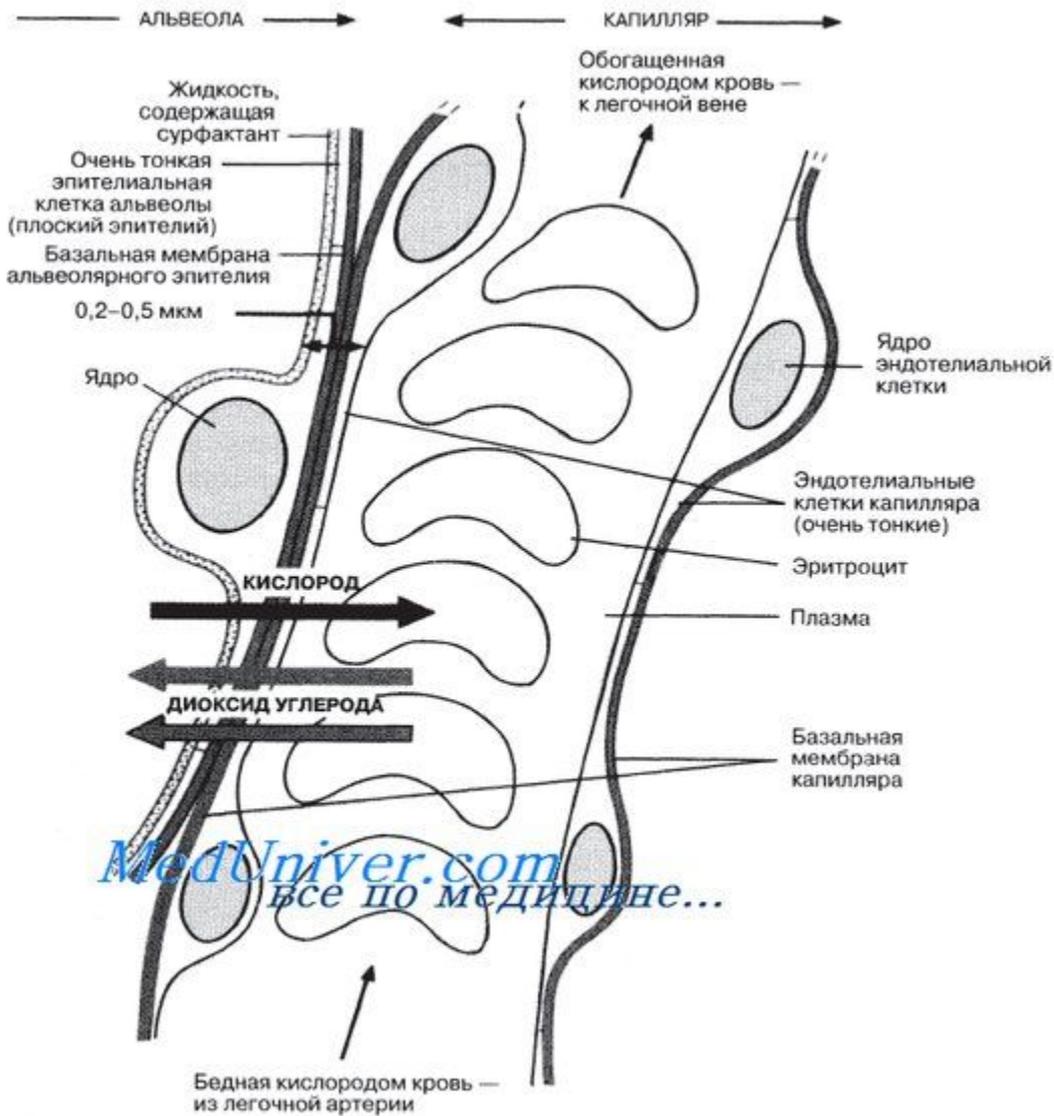
Газообмен в альвеолах

Кислород в альвеолах диффундирует через тонкий барьер, состоящий из эпителия альвеолярной стенки и эндотелия капилляров. Сначала он поступает в плазму крови и **соединяется с гемоглобином эритроцитов**, который в результате этого превращается в оксигемоглобин. Углекислый газ (диоксид углерода) диффундирует в обратном направлении — из крови в полость альвеол.

Эффективной диффузии способствуют:

- 1) большая площадь поверхности альвеол;
- 2) короткое расстояние, которое требуется преодолеть диффундирующим газам;
- 3)— гемоглобина;
- 4) крутой диффузионный градиент, обеспечиваемый вентиляцией, постоянным притоком крови и участием переносчика кислорода
- 5) присутствие сурфактанта.

- Диаметр альвеолярных капилляров меньше диаметра эритроцитов и эритроциты протискиваются через них под напором крови.
- При этом они деформируются и большая доля их поверхности приходит в контакт с поверхностью альвеол, благодаря чему они могут поглотить больше кислорода.
- Кроме того, эритроциты движутся по капилляру относительно медленно, так что обмен может происходить дольше.
- Когда кровь покидает альвеолы, парциальное давление кислорода и CO_2 в ней то же, что и в альвеолярном воздухе.



Внешнее дыхание

Внешнее дыхание осуществляется благодаря изменениям объема грудной клетки и сопутствующим изменениям объема легких.

Во время вдоха объем грудной клетки увеличивается, а во время выдоха - уменьшается.

В дыхательных движениях участвуют:

- 1. Дыхательные пути**, которые по своим свойствам являются слегка растяжимыми, сжимаемыми и создают поток воздуха. Дыхательная система состоит из тканей и органов, обеспечивающих легочную вентиляцию и легочное дыхание (воздухоносные пути, легкие и элементы костно-мышечной системы).
К элементам костно-мышечной системы, связанным с дыханием, относятся ребра, межреберные мышцы, диафрагма и вспомогательные дыхательные мышцы.
- 2. Эластическая и растяжимая легочная ткань.** Альвеолоциты второго типа осуществляют синтез липидов и фосфолипидов легочного сурфактанта.

Механизм вентиляции (дыхания)

Воздух поступает в легкие и выходит из них **благодаря работе межреберных мышц и диафрагмы**; в результате их попеременного сокращения и расслабления объем грудной клетки изменяется.

Между каждой парой ребер расположены две группы межреберных мышц, направленных под углом друг к другу: наружные — вниз и вперед, а внутренние — вниз и назад.

Диафрагма состоит из кольцевых и радиальных мышечных волокон, расположенных вокруг центрального сухожильного участка, состоящего из коллагена.

В дыхательных движениях участвуют: (продолжение)

3. **Грудная клетка**, состоящая из пассивной костно-хрящевой основы, которая соединена соединительными связками и дыхательными мышцами, осуществляющими поднятие и опускание ребер и движения купола диафрагмы. За счет большого количества эластической ткани легкие, обладая значительной растяжимостью и эластичностью, пассивно следуют за всеми изменениями конфигурации и объема грудной клетки. Чем больше разность между давлением воздуха внутри и снаружи легкого, тем больше они будут растягиваться.

Респираторные отделы легких

Установлено, что дыхательные пути от трахеи до концевых дыхательных единиц (альвеол) ветвятся (раздваиваются) 23 раза. Первые 16 "поколений" дыхательных путей - бронхи и бронхиолы выполняют проводящую функцию. "Поколения" 17-22 - респираторные бронхиолы и альвеолярные ходы, составляют переходную (транзиторную) зону, и только 23-е "поколение" является дыхательной респираторной зоной и целиком состоит из альвеолярных мешочков с альвеолами. Общая площадь поперечного сечения дыхательных путей по мере ветвления возрастает **более чем в 4,5 тысячи раз.**

Существуют два механизма, вызывающие изменение объема грудной клетки: поднятие и опускание ребер и движения купола диафрагмы.

Дыхательные мышцы подразделяются на инспираторные и экспираторные.

Инспираторными мышцами являются диафрагма, наружные межреберные и межхрящевые мышцы. **При спокойном дыхании** объем грудной клетки изменяется в основном **за счет сокращения диафрагмы и** перемещения ее купола. Всего на 1 см соответствует увеличение емкости грудной полости примерно на 200 - 300 мл.

При глубоком форсированном дыхании участвуют **дополнительные мышцы вдоха: трапециевидные, передние лестничные и грудино-ключично-сосцевидные мышцы.**

Они включаются в активный процесс дыхания при значительно больших величинах легочной вентиляции, например, при восхождении альпинистов на большие высоты или при дыхательной недостаточности, когда в процесс дыхания вступают почти все мышцы туловища.

Экспираторными мышцами являются внутренние межреберные и мышцы брюшной стенки, или мышцы живота. Каждое ребро способно вращаться вокруг оси, проходящей через две точки подвижного соединения с телом и поперечным отростком соответствующего позвонка.

Верхние отделы грудной клетки на вдохе расширяются преимущественно в переднезаднем направлении, а нижние отделы больше расширяются в боковых направлениях, так как ось вращения нижних ребер занимает сагиттальное положение.

В фазу вдоха наружные межреберные мышцы, сокращаясь, поднимают ребра, а в фазу выдоха ребра опускаются благодаря активности

Механизмы дыхания (продолжение)

При обычном спокойном дыхании выдох осуществляется **пассивно**, поскольку грудная клетка и легкие спадаются - стремятся занять после вдоха то положение, из которого они были выведены сокращением дыхательных мышц. Однако при кашле, рвоте, натуживании мышцы выдоха активны.

При спокойном вдохе увеличение объема грудной клетки составляет примерно 500-600 мл. Движение диафрагмы во время дыхания обуславливает до 80% вентиляции легких. У спортсменов высокой квалификации во время глубокого дыхания купол диафрагмы может смещаться до 10-12 см.

Внутриплевральное и внутрилегочное давление

Внутригрудное пространство, в котором находятся легкие, герметично замкнуто и с внешней средой не сообщается. Легкие окружены листками плевры: париетальный листок плотно спаян со стенками грудной клетки, диафрагмы, а висцеральный - с наружной поверхностью ткани легкого.

Внутриплевральное давление, или давление в герметично замкнутой плевральной полости между висцеральными и париетальными листками плевры, в норме является **отрицательным** относительно атмосферного. При открытых верхних дыхательных путях давление во всех отделах легких равно атмосферному. Перенос атмосферного воздуха в легкие происходит при появлении разницы давлений между внешней средой и альвеолами легких. При каждом вдохе объем легких увеличивается, давление заключенного в них воздуха, или внутрилегочное давление, становится ниже атмосферного, и воздух засасывается в легкие.

Вдох

Вдох — это активный процесс.

Протекает он следующим образом.

1. Наружные межреберные мышцы сокращаются, а внутренние расслабляются.
2. Ребра вследствие этого отходят вперед, удаляясь от позвоночника. (Это легко почувствовать, положив при вдохе руку на грудь.)
3. Одновременно сокращаются мышцы диафрагмы.
4. Диафрагма становится более плоской.
5. Оба эти действия приводят к увеличению объема грудной клетки.
6. В результате давление в грудной клетке, и, следовательно, в легких, становится ниже атмосферного.
7. Воздух поступает внутрь и заполняет альвеолы до тех пор, пока давление в легких не сравняется с атмосферным.

Выдох

Выдох — процесс в обычных условиях в основном пассивный, происходящий в результате эластического сокращения растянутой легочной ткани, расслабления части дыхательных мышц и опускания грудной клетки под действием силы тяжести.

1. **Наружные межреберные мышцы расслабляются, а внутренние — сокращаются.** Грудная клетка опускается главным образом под действием собственной тяжести.
2. Одновременно расслабляется диафрагма. Опускающаяся грудная клетка вынуждает ее принять исходную куполообразную форму.
3. Вследствие этого объем грудной клетки уменьшается, и давление в ней становится выше атмосферного.
4. В результате воздух выталкивается из легких.

При физической нагрузке имеет место форсированное дыхание.

В действие вводятся дополнительные мышцы и выдох становится более активным процессом, требующим расхода энергии. Внутренние межреберные мышцы сокращаются более энергично и сильнее отводят ребра вниз. Энергично сокращаются и брюшные мышцы, вызывая более активное движение диафрагмы вверх. То же самое происходит при чихании и

Обычно человек не замечает, как он дышит, потому что **процесс этот регулируется независимо от его воли.**

В какой-то мере, однако, дыхание можно регулировать сознательно.

Непроизвольную регуляцию дыхания осуществляет дыхательный центр, находящийся в продолговатом мозге (одном из отделов заднего мозга). Вентральная (нижняя) часть дыхательного центра ответственна за стимуляцию вдоха; ее называют центром вдоха (**инспираторным центром**). Стимуляция этого центра увеличивает частоту и глубину вдоха.

Дорсальная (верхняя) часть и обе латеральные (боковые) тормозят вдох и стимулируют выдох; они носят собирательное название центра выдоха (**экспираторного центра**).

Дыхательный центр связан с межреберными мышцами межреберными нервами, а с диафрагмой — диафрагмальными. Бронхиальное дерево (совокупность бронхов и бронхиол) иннервируется блуждающим нервом. Ритмично повторяющиеся нервные импульсы, направляющиеся к диафрагме и межреберным мышцам обеспечивают осуществление вентиляционных движений.

Расширение легких при вдохе стимулирует находящиеся в бронхиальном дереве рецепторы растяжения (проприоцепторы) и они посылают через **блуждающий нерв** все больше и больше импульсов в экспираторный центр.

Это на время подавляет инспираторный центр и вдох. Наружные межреберные мышцы теперь расслабляются, эластично сокращается растянутая легочная ткань — происходит выдох.

После выдоха рецепторы растяжения в бронхиальном дереве более уже не подвергаются **стимуляции**. Поэтому экспираторный центр отключается и вдох может начаться снова.

Весь этот цикл непрерывно и ритмично повторяется на протяжении всей жизни организма. Форсированное дыхание осуществляется при участии внутренних межреберных мышц.

Главным фактором, регулирующим частоту дыхания, служит не концентрация кислорода в крови, а концентрация CO₂.

Когда уровень CO₂ повышается (например, при физической нагрузке), имеющиеся в кровеносной **системе хеморецепторы каротидных и аортальных телец** посылают нервные импульсы в инспираторный центр.

В самом продолговатом мозге также имеются хеморецепторы. От инспираторного центра через диафрагмальные и межреберные нервы поступают импульсы в диафрагму и наружные межреберные мышцы, что ведет к их более частому сокращению, а следовательно, к увеличению частоты дыхания. Накапливающийся в организме CO₂ может причинить большой вред организму.

Регуляция вдоха при помощи рецепторов растяжения и хеморецепторов представляет собой пример отрицательной обратной связи.

В известных пределах частота и глубина дыхания могут регулироваться произвольно, о чем свидетельствует, например, наша способность «затаить дыхание».

К произвольной регуляции дыхания мы прибегаем при форсированном дыхании, при разговоре, пении, чихании и кашле.

В этом случае импульсы, возникающие в полушариях головного мозга, передаются в дыхательный центр, который и выполняет соответствующие действия.

Пневмотораксом называется поступление воздуха в межплевральное пространство, возникающее при проникающих ранениях грудной клетки, нарушающих герметичность плевральной полости.

При этом легкие спадаются, так как внутриплевральное давление становится одинаковым с атмосферным.

У человека левая и правая плевральные полости не сообщаются, и благодаря этому односторонний пневмоторакс, например слева, не ведет к прекращению легочного дыхания правого легкого.

Двусторонний открытый пневмоторакс несовместим с жизнью.

Отрицательное давление в плевральной полости поддерживается на протяжении всего вдоха, что позволяет альвеолам расправляться и заполнять любое дополнительное пространство, возникающее при расширении грудной клетки.

Средостение

- **Средостение** — анатомическое пространство в средних отделах грудной полости.
- Средостение ограничено грудиной (спереди) и позвоночником (сзади). Органы средостения окружены жировой клетчаткой. По бокам от средостения расположены плевральные полости.

Средостение ограничено снизу диафрагмой. Выше рукоятки грудины средостение переходит в клетчаточные пространства шеи. Условной верхней границей средостения является горизонтальная плоскость, проходящая по верхнему краю рукоятки грудины.

Условная линия, проведенная от места прикрепления рукоятки грудины к ее телу по направлению к IV грудному позвонку, **делит средостение на верхнее и нижнее**.

Фронтальная плоскость, проведенная по задней стенке трахеи, делит верхнее средостение **на передний и задний отделы**.

Сердечная сумка делит нижнее средостение на передний, средний и нижний отделы .

В переднем отделе верхнего средостения располагаются проксимальные отделы трахеи, вилочковая железа, дуга аорты и отходящие от нее ветви, верхний отдел верхней полой вены и ее магистральные притоки. В заднем отделе располагаются такие органы средостения, как верхняя часть пищевода, симпатические стволы, блуждающие нервы, грудной лимфатический проток. В переднем средостении между перикардом и грудиной находятся дистальная часть вилочковой железы, жировая клетчатка, лимфатические узлы. Среднее средостение содержит перикард, сердце, внутривилочковые отделы крупных сосудов, бифуркацию трахеи и главные бронхи, бифуркационные лимфатические узлы.

В заднем средостении, ограниченном спереди бифуркацией трахеи и перикардом, а сзади нижнегрудным отделом позвоночника, расположены пищевод, нисходящий отдел грудной аорты, грудной лимфатический проток, симпатические и парасимпатические (блуждающие) нервы, лимфатические узлы.

