

Анатомия и физиология системы органов дыхания

ОРГАНЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Нос

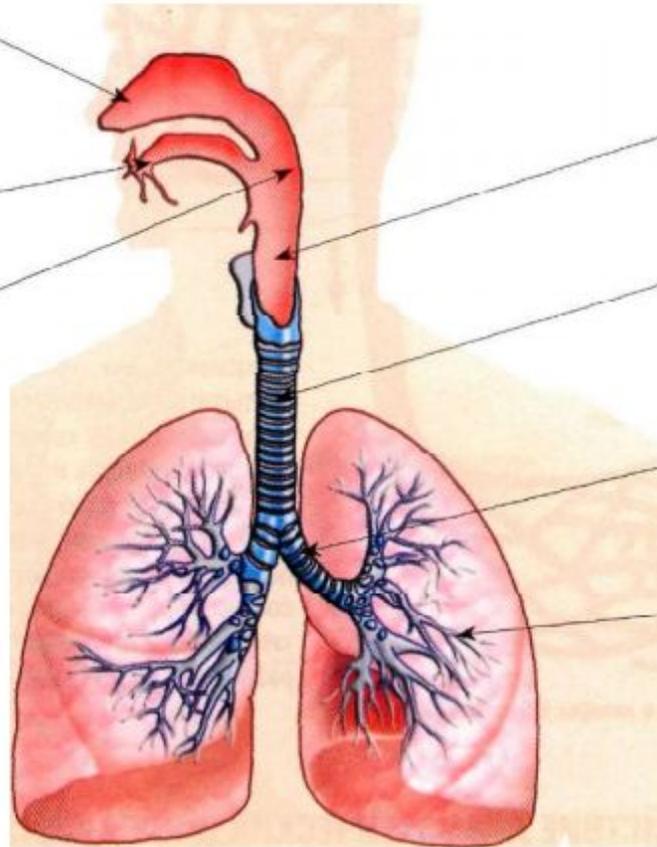
является естественным отверстием для поступления воздуха в организм: прежде чем попасть в легкие, воздух во время прохождения по полости носа очищается, нагревается и увлажняется

Рот

второй путь, по которому воздух может поступать и выходить из организма: когда мы разговариваем, изо рта выходит определенное количество воздуха; рот является также органом пищеварительной системы

Глотка

соединительный канал между носовыми пазухами и ртом, является местом пересечения дыхательной и пищеварительной систем: через него поступают воздух к гортани и пища в пищевод



Гортань

канал, соединяющий глотку с трахеей, в котором расположены голосовые связки; принимает участие в формировании голоса

Трахея

канал, соединяющий гортань с бронхами

Бронхи

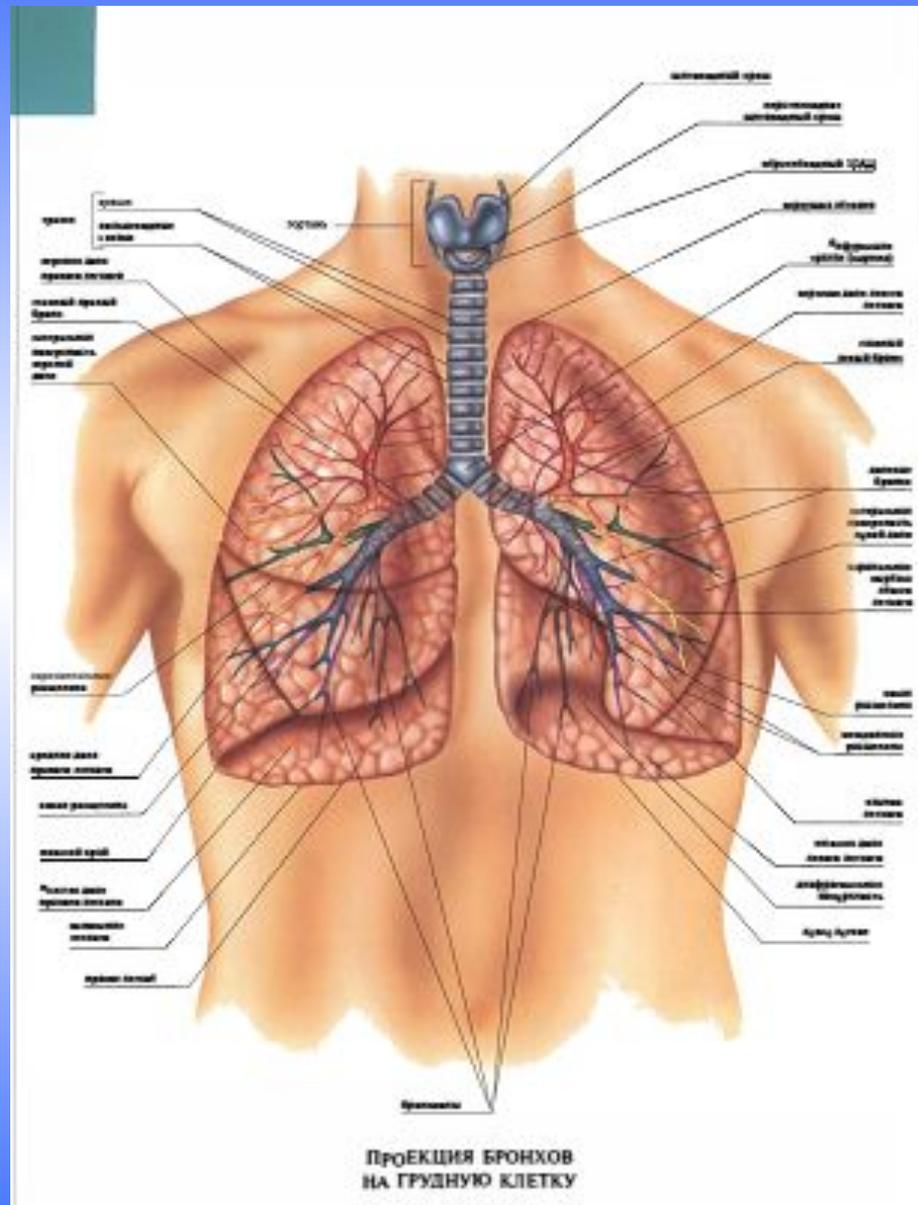
каналы, идущие от трахеи и разделяющиеся на каналы меньшего диаметра — бронхиолы, проникающие в глубь легочной ткани

Легкие

орган, ответственный за насыщение крови кислородом

Дыхание, его значение для организма

- Человек, как и все живые организмы на Земле, в процессе своей жизнедеятельности потребляет кислород, необходимый для процессов окисления, и выделяет углекислый газ — конечный продукт обменных процессов.
- Без воздуха человек может продержаться всего несколько минут, так как организм постоянно нуждается в поступлении кислорода для протекания окислительно-восстановительных процессов.
- Если прекращается распад и окисление органических веществ, энергия перестает выделяться и клетки, лишенные энергетического обеспечения, погибают.
- Особенно чувствительны к недостатку кислорода нервные клетки.



- Дыханием называют обмен газов между клетками и окружающей средой. 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
- Первый и второй этап называются *легочным дыханием*, четвертый — *тканевым дыханием*.

- **Газообмен в легких.** Вентиляция легких обеспечивает поступление в организм кислорода и удаление из него углекислого газа.
- Кроме того, органы дыхания выполняют другие важные функции: участвуют в терморегуляции и водном обмене (при дыхании с поверхности легких испаряется вода, что ведет к охлаждению крови и всего организма), голосообразованию (легкие создают воздушные потоки, приводящие в колебание голосовые связки гортани), с выдыхаемым воздухом из организма удаляются некоторые газообразные продукты метаболизма.

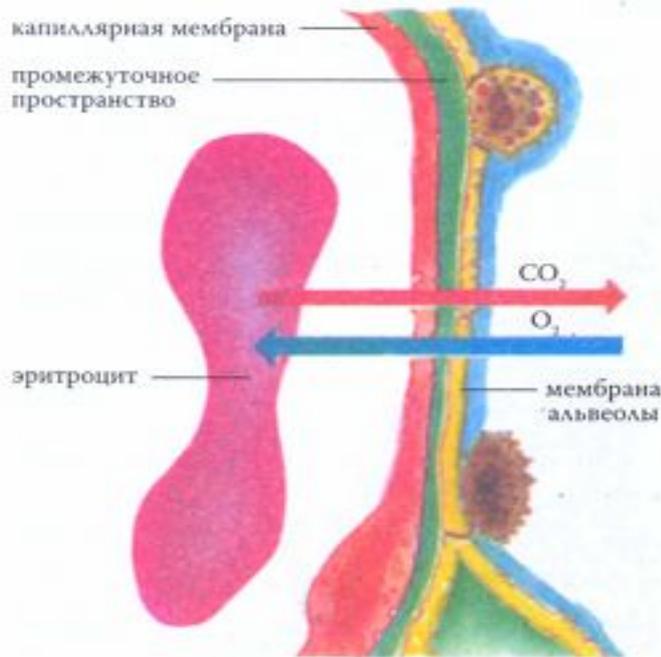
- По артериям малого круга кровообращения в легкие поступает венозная кровь, которая обогащается здесь кислородом и становится артериальной.
- Одновременно венозная кровь освобождается от углекислого газа, который проникает в легочные пузырьки и во время выдоха выводится из организма.

- Обмен газов в легких происходит благодаря диффузии.
- Кровь, поступившая от сердца в капилляры, оплетающие легочные альвеолы, содержит много углекислого газа.
- В воздухе легочных альвеол его мало, поэтому он из кровеносного русла переходит в альвеолы.
- Кислород поступает в кровь тоже благодаря диффузии.
- В крови свободного кислорода содержится незначительное количество, потому что его непрерывно связывает находящийся в эритроцитах гемоглобин, превращающийся в *оксигемоглобин*.
- Ставшая артериальной кровь из альвеол по легочной вене направляется к сердцу.

Вдохательные мышцы

Выдохательные мышцы

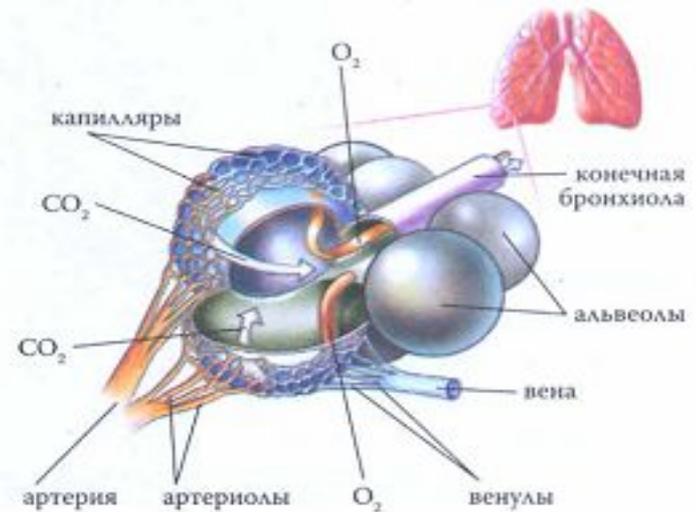
ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ



Внутренняя часть капилляра

Внутренняя часть альвеолы

ПРИНЦИП ГАЗООБМЕНА В АЛЬВЕОЛАХ



- Для того чтобы газообмен проходил непрерывно, необходимо, чтобы состав газов в легочных альвеолах был постоянным.
- Это постоянство и поддерживается легочным дыханием: при выдохе избыток углекислого газа выводится наружу, а поглощенный кровью кислород возмещается кислородом из свежей порции наружного воздуха при вдохе.

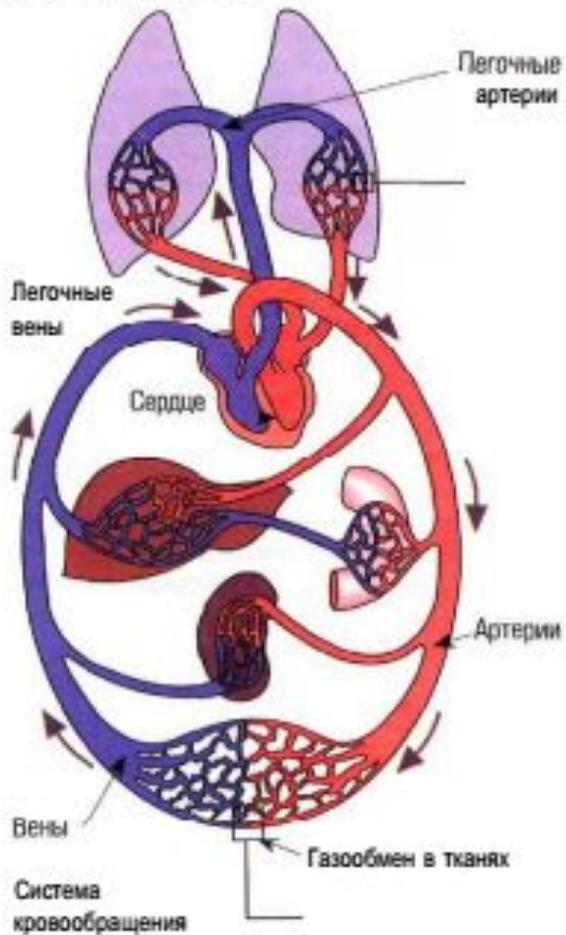
- Система органов дыхания выполняет лишь первую часть газообмена.
- Остальное выполняет система органов кровообращения, между дыхательной и кровеносной системами существует глубокая взаимосвязь.
- Артериальная кровь по сосудам большого круга кровообращения движется по направлению к органам тела и обогащает их ткани кислородом.
- Кислород необходим для процессов жизнедеятельности клетки.
- При этом образуется углекислый газ, поступающий из клеток тканей в кровь, в результате чего кровь из артериальной становится венозной.

- **Тканевое дыхание** происходит в капиллярах большого круга кровообращения, где кровь отдает кислород и получает углекислый газ.
- В тканях мало кислорода, это приводит к распаду оксигемоглобина на гемоглобин и кислород и переходу кислорода в тканевую жидкость.
- Из тканевой жидкости кислород поглощается клетками и используется для окисления органических веществ, которое служит источником энергии для жизнедеятельности клеток.

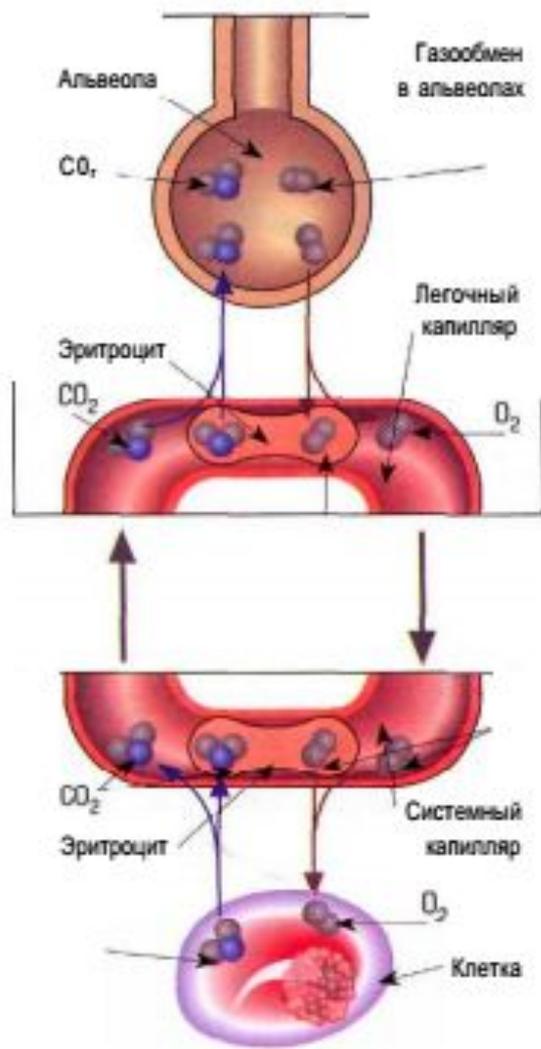
- В результате процессов окисления в тканях образуется углекислый газ, он поступает в тканевую жидкость, а из нее в кровь.
- Здесь углекислый газ частично захватывается гемоглобином, а частично растворяется или химически связывается солями плазмы крови.
- Венозная кровь уносит его в правое предсердие, оттуда он поступает в правый желудочек, который по легочной артерии выталкивает венозную кровь в легкие — круг замыкается.
- В легких кровь снова отдает углекислый газ и насыщается кислородом (делается артериальной) и, вернувшись в левое предсердие, попадает в левый желудочек, а из него в большой круг кровообращения.

- Чем больше расходуется кислорода в тканях, тем больше требуется кислорода из воздуха для компенсации затрат, поэтому при физической работе одновременно усиливается и сердечная деятельность, и легочное дыхание.

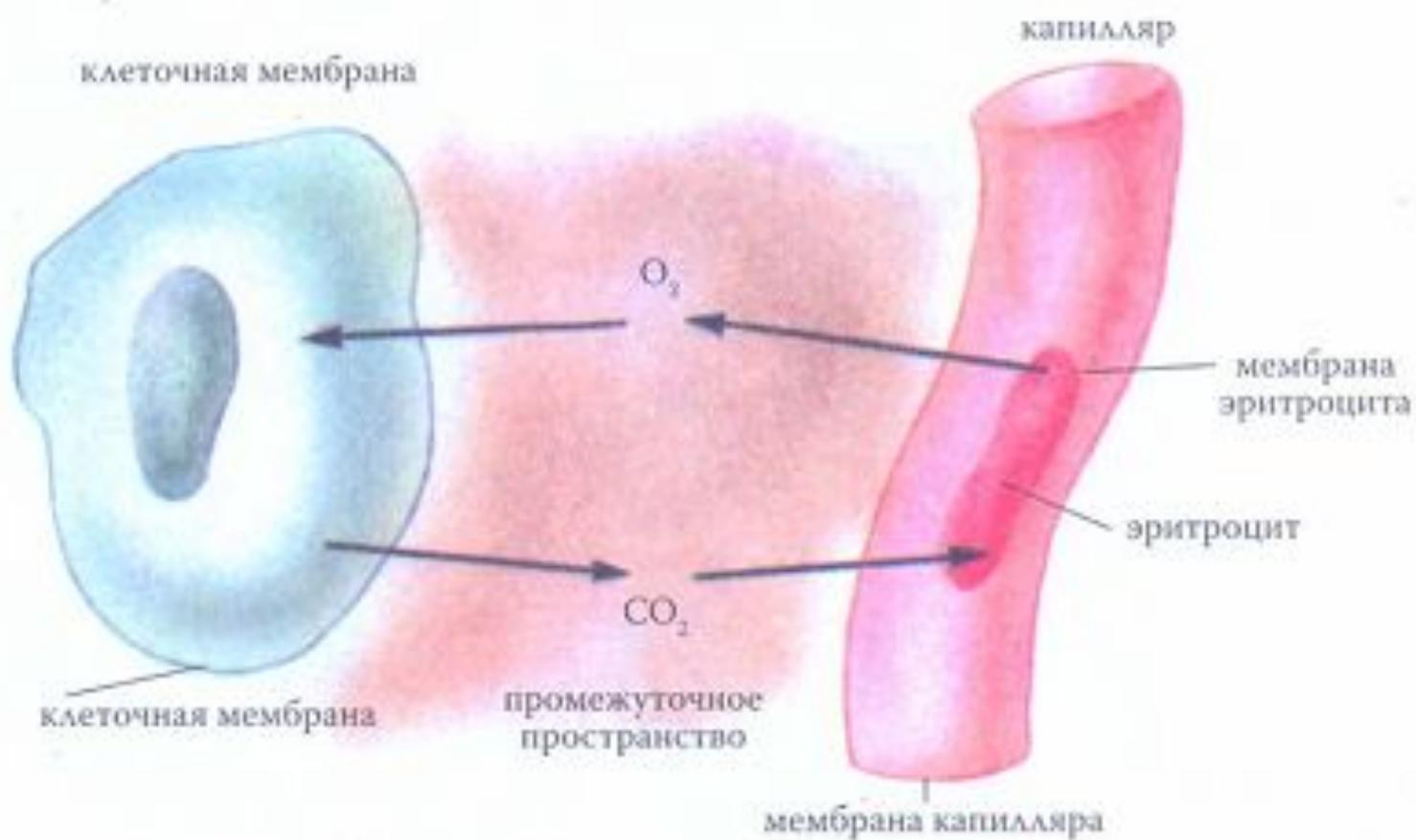
Легочная циркуляция крови



ГАЗООБМЕН



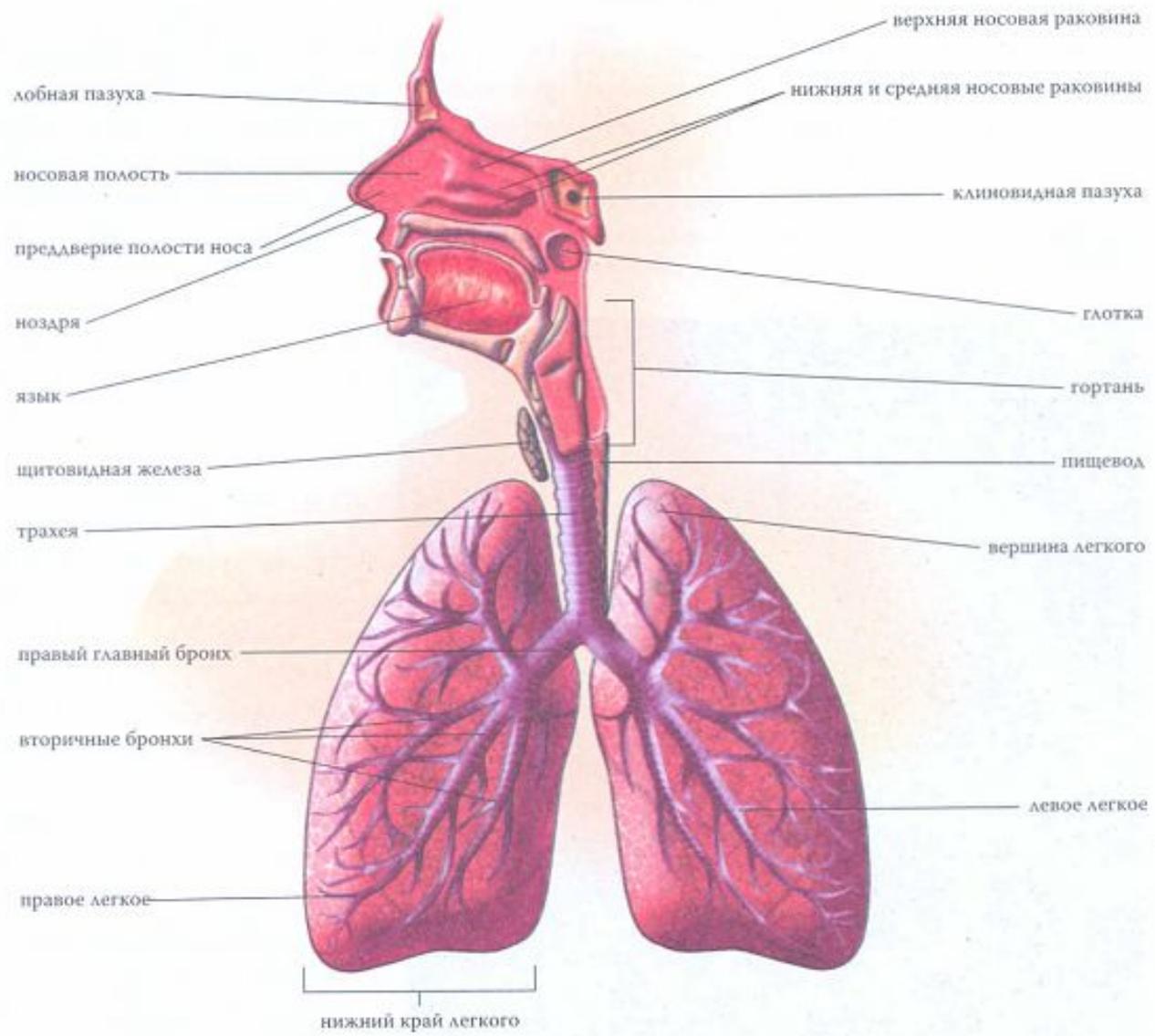
ГАЗООБМЕН В КЛЕТКАХ



Органы дыхания, их структура и функции.

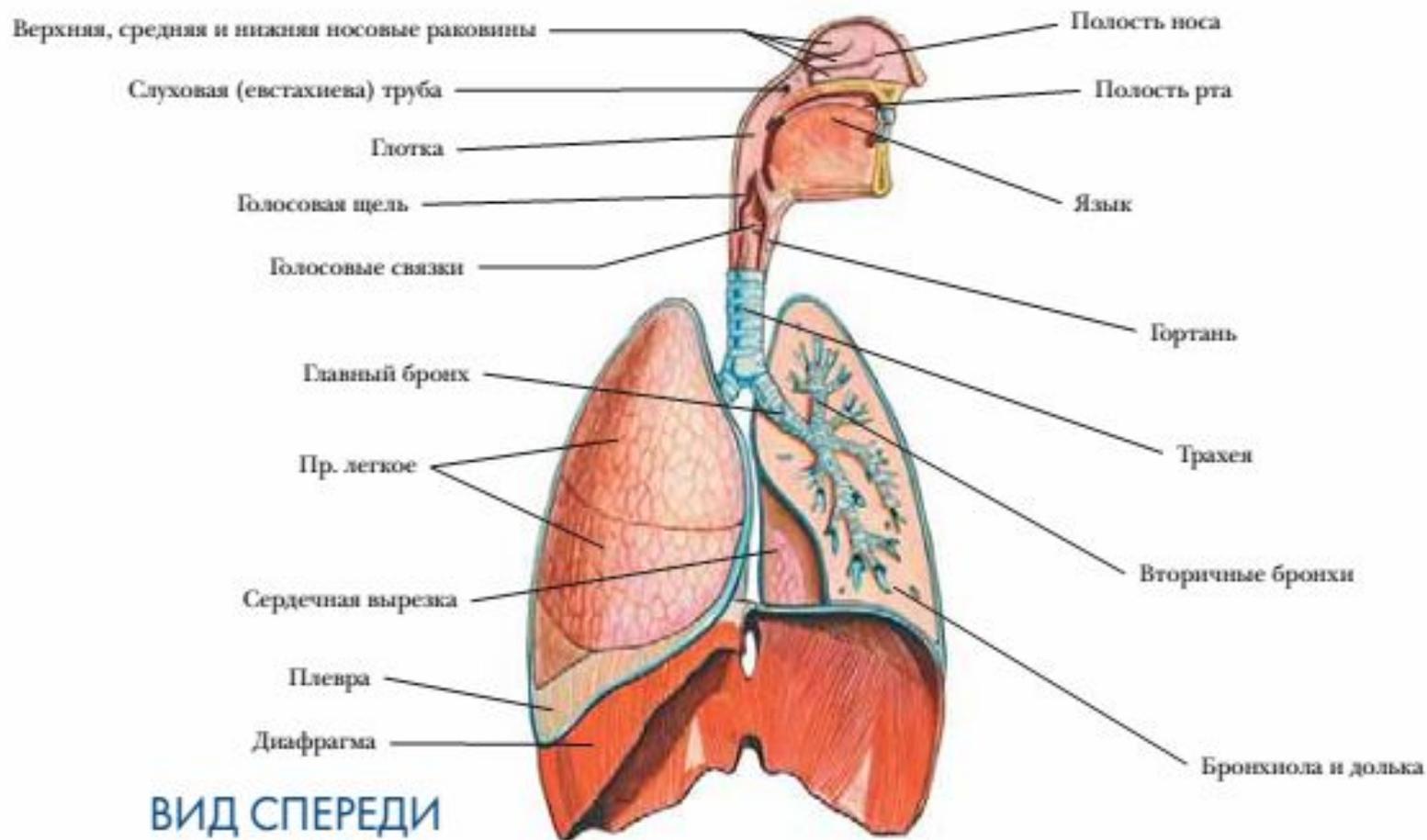
Строение органов дыхания

- Органы дыхания делятся на дыхательные пути, по которым при вдохе и выдохе воздух поступает в легкие и из легких, и дыхательную часть (легкие), где происходит газообмен между кровью и воздухом.



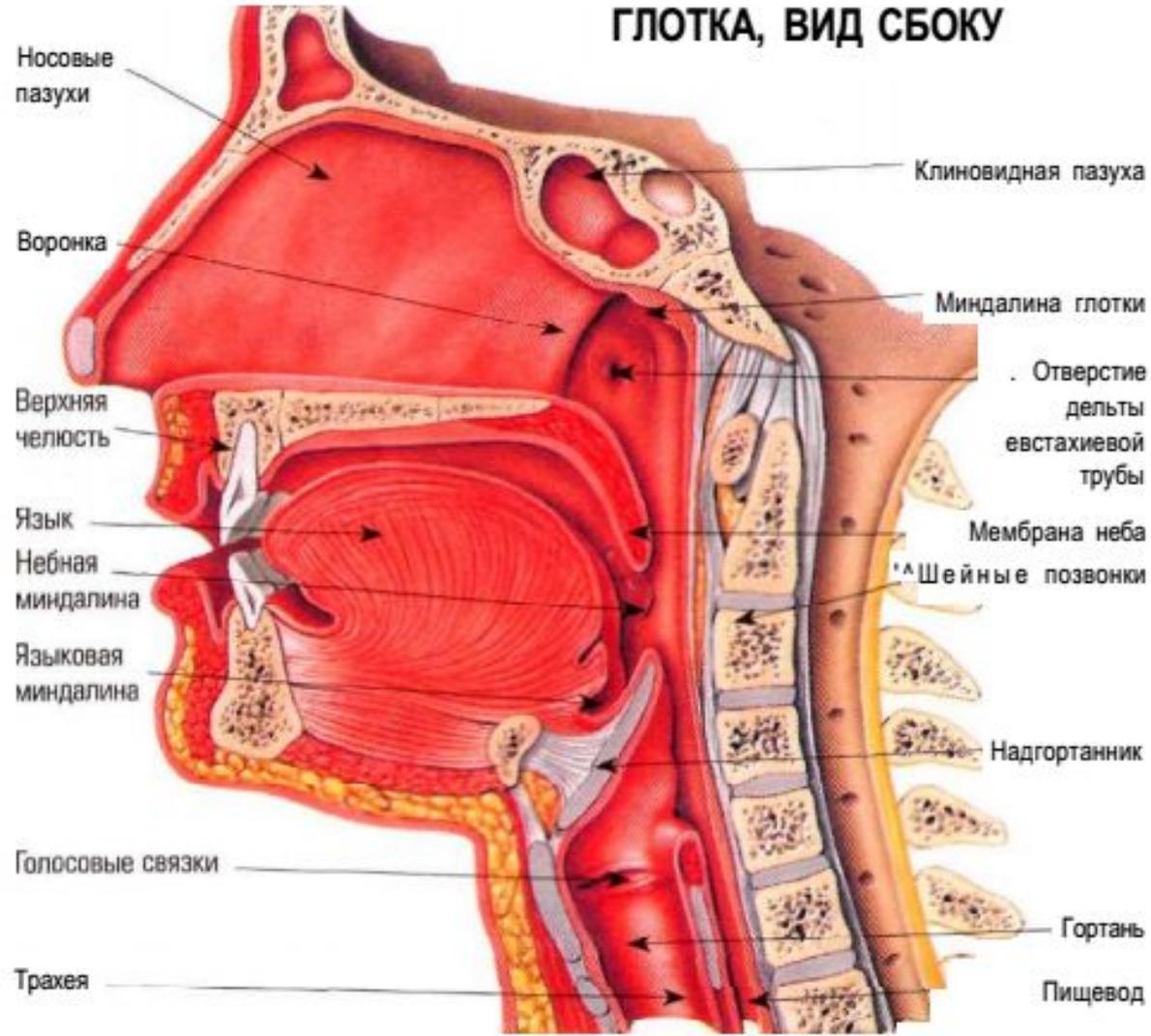
- Органы, которые подводят воздух к альвеолам легких, называются *дыхательными путями*.
- Принято выделять верхние и нижние дыхательные пути.
- Верхние дыхательные пути составляют носовая и ротовая полости, носоглотка, глотка; нижние дыхательные пути — гортань, трахея, бронхи.
- *Дыхательная часть* представляет собой легкие — парный орган, расположенный в грудной полости и ответственный за обмен газов между вдыхаемым воздухом и кровью.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



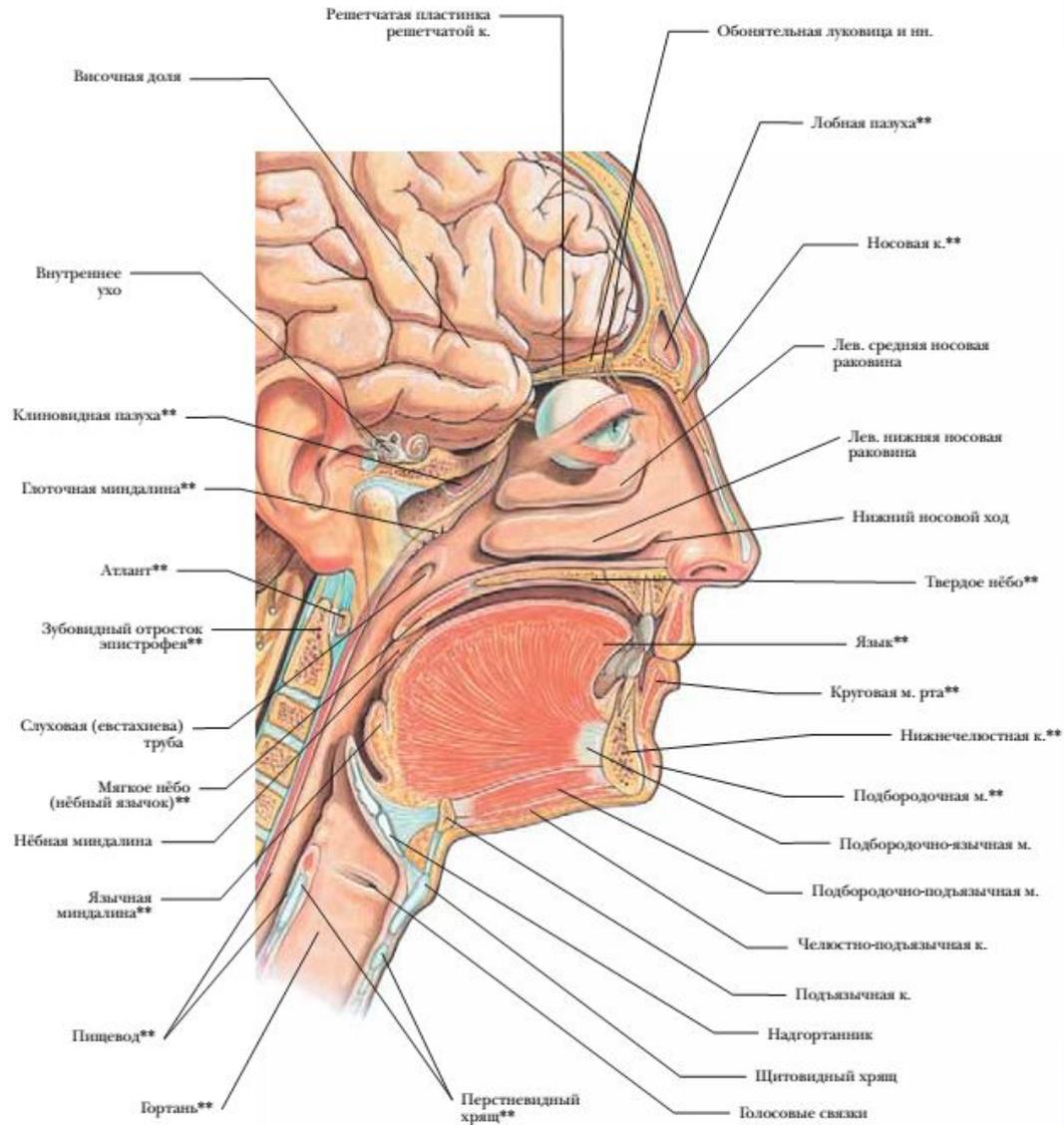
- **Носовая полость и носоглотка.** *Носовая полость* состоит из нескольких извилистых ходов, разделенных носовой перегородкой на левую и правую части.
- На боковых стенках полости располагаются три *носовые раковины*, образованные свисающими в полость носа складками слизистой оболочки, — верхняя, средняя и нижняя носовые раковины.

ГЛОТКА, ВИД СБОКУ



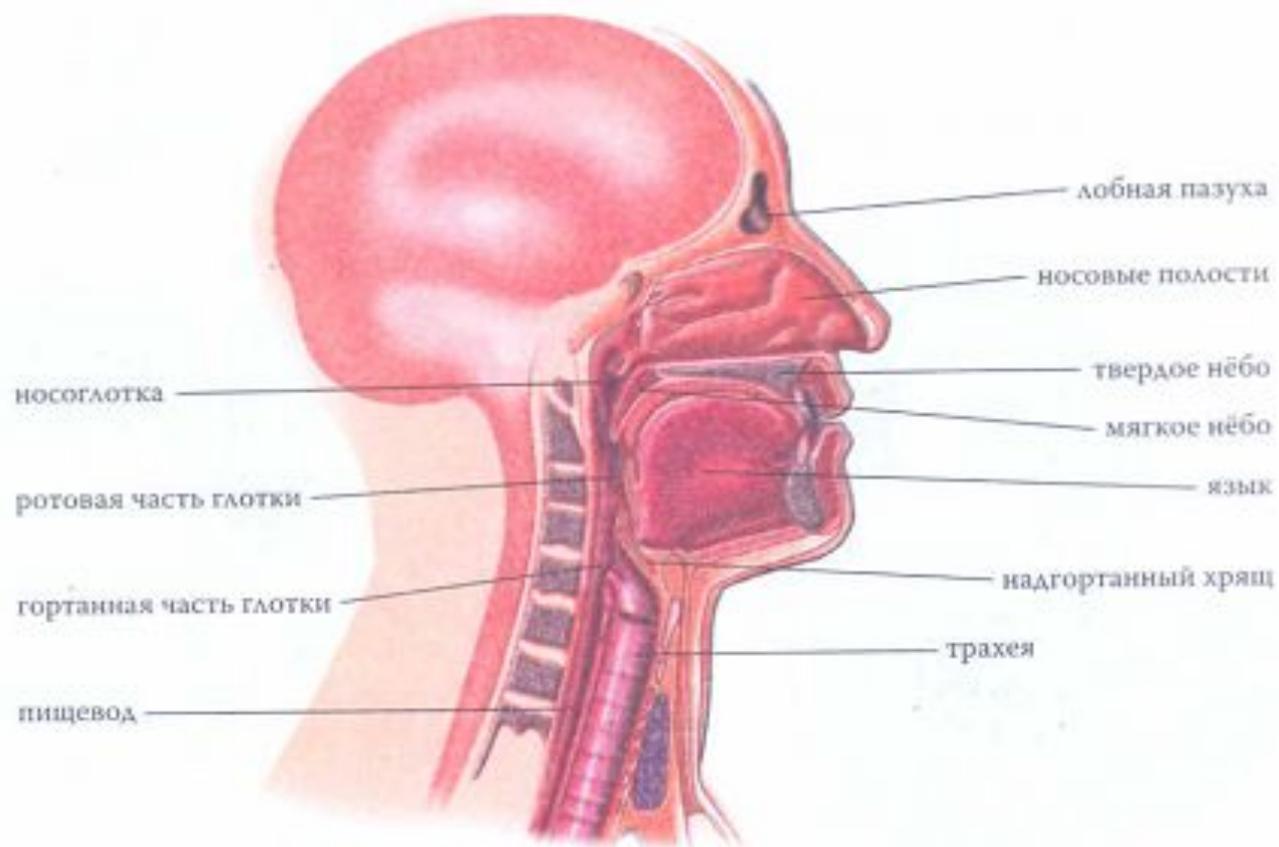
- Между раковинами находятся *носовые ходы* — верхний, средний и нижний, в которые открываются воздухоносные пазухи костей черепа, называемые также *придаточными пазухами*, или *синусами*, носа.
- В нижний носовой ход открывается *носослезный канал*, в средний — верхнечелюстная (гайморова) и лобная пазухи и передние ячейки решетчатой кости, а в верхний — ее задние ячейки и клиновидные пазухи.

ПОЛОСТЬ РТА И ПОЛОСТЬ НОСА



- Внутренняя поверхность носовой полости выстлана мерцательным эпителием, который выделяет слизь, увлажняющую поступающий воздух и задерживающую пыль.
- В слизи содержатся вещества, уничтожающие микроорганизмы.

- Реснички изгоняют слизь с попавшими на нее частицами пыли и микроорганизмами из носовой полости.
- В стенках носовой полости проходит густая сеть кровеносных сосудов.
- Артериальная кровь движется в них навстречу вдыхаемому холодному воздуху и согревает его.



СТРОЕНИЕ НОСОВЫХ ПУТЕЙ И ГЛОТКИ

- Слизистая оболочка носовой полости содержит много иммунных клеток — фагоцитов, лимфоцитов, а также иммунных комплексов — антител.
- В слизистой оболочке задней части носовой полости находятся обонятельные клетки, воспринимающие запахи.
- Появление резкого запаха ведет к рефлекторной задержке дыхания.
- Таким образом, носовая полость выполняет важные функции: согревания, увлажнения и очищения воздуха, а также защиты организма от вредных воздействий через воздух.

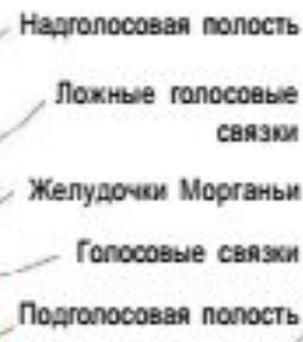
- Из носовой полости воздух попадает в *носоглотку*, а затем в *глотку*, с которой сообщается и ротовая полость.
- Поэтому человек может дышать и носом, и ртом.
- При дыхании носом воздух в носовой полости прогревается, очищается от пыли и частично обеззараживается, чего не происходит при дыхании ртом.
- Но через рот дышать легче, и поэтому при повышенной физической нагрузке часто инстинктивно дышат через рот.
- За мягким небом, а также у входа в пищевод и гортань находятся миндалины.
- Они состоят из лимфоидной ткани, подобной той, которая находится в лимфатических узлах.

- Миндалины содержат множество лимфоцитов и фагоцитов, задерживающих и уничтожающих микробов, но при этом иногда они сами воспаляются, становятся отечными и болезненными, возникает заболевание — ТОНЗИЛЛИТ.
- У выхода из носовой полости в носоглотку также расположено разрастание лимфоидной ткани — аденоиды.
- При частых простудных заболеваниях аденоиды разрастаются, увеличенные аденоиды перекрывают проход воздуха и носовое дыхание затрудняется.

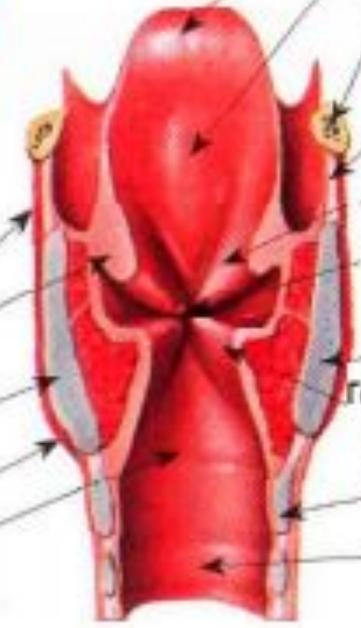
- **Гортань — орган голосообразования.** Из глотки воздух попадает в *гортань*, через которую начинается вход в трахею.
- Гортань представляет собой широкую трубку, суженную посередине и напоминающую песочные часы

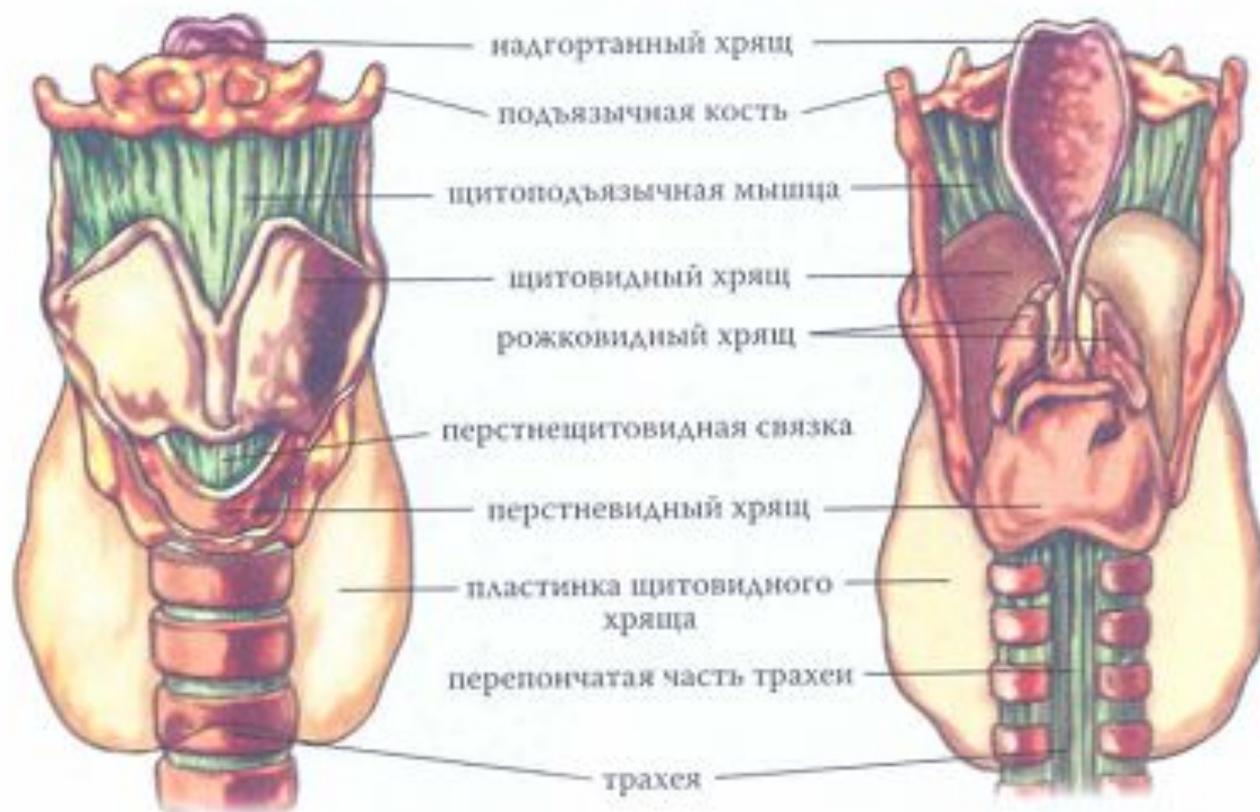
ГОРТАНЬ

Вид сбоку



Вид спереди



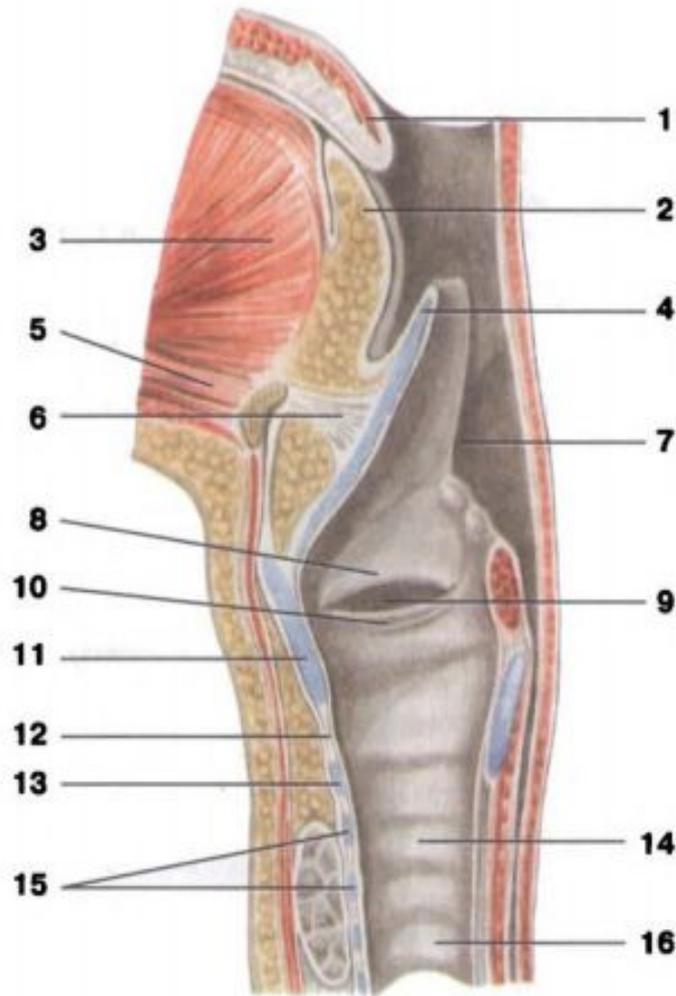


Вид спереди

Вид сзади

- Гортань состоит из хрящей.
- Спереди и с боков ее прикрывает *щитовидный хрящ*.
- У мужчин он несколько выступает вперед, образуя *кадык*.
- В узкой части гортани находятся *голосовые связки*.
- Их две пары, но в голосообразовании участвует лишь одна, нижняя пара.
- Связки, сближаясь и натягиваясь, могут изменять форму щели между ними.
- Когда человек спокойно дышит, связки разведены.

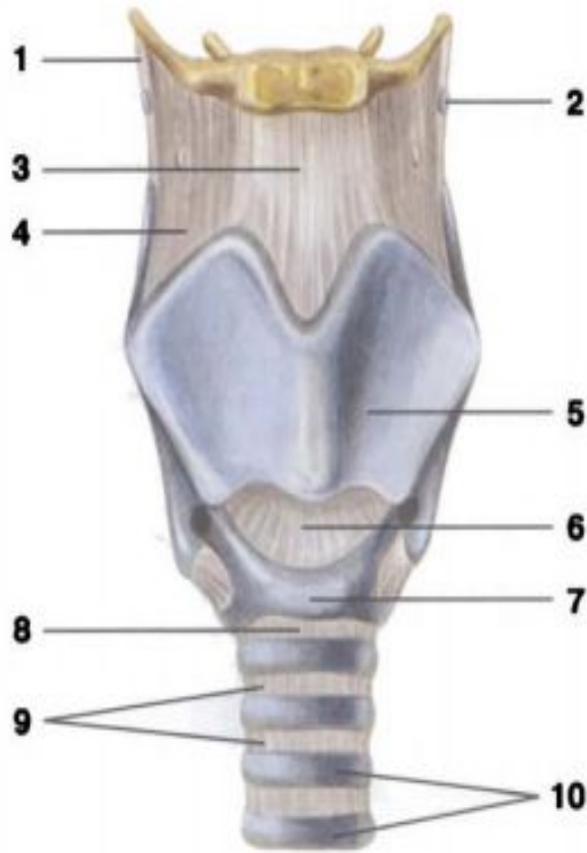
Гортань



1 — язычок;
2 — корень языка;
3 — подбородочно-язычная мышца;
4 — надгортанный хрящ;
5 — подбородочно-подъязычная мышца;
6 — подъязычно-надгортанная связка;
7 — черпалонадгортанная связка;
8 — преддверная складка;

9 — желудочек гортани;
10 — голосовая складка;
11 — щитовидный хрящ;
12 — перстнещитовидная связка;
13 — перстневидный хрящ;
14 — трахея;
15 — дугообразные трахейные хрящи;
16 — пищевод

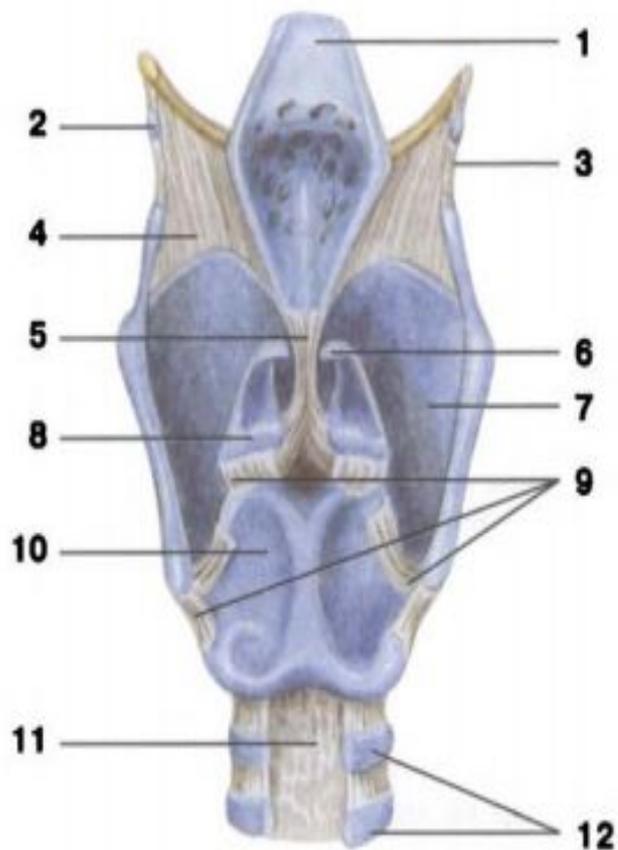
Связки и хрящи гортани (вид спереди)



1 — щитоподъязычная связка;
2 — зерновидный хрящ;
3 — срединная щитоподъязычная
связка;
4 — щитоподъязычная перепонка;
5 — щитовидный хрящ;

6 — перстнещитовидная связка;
7 — перстневидный хрящ;
8 — перстнетрахеальная связка;
9 — кольцевые связки трахеи;
10 — дугообразные трахейные
хрящи

Связки и хрящи гортани (вид сзади)



1 — надгортанный хрящ;
2 — зерновидный хрящ;
3 — щитоподъязычная связка;
4 — щитоподъязычная перепонка;
5 — щитонадгортанная связка;
6 — рожковидный хрящ;

7 — щитовидный хрящ;
8 — черпаловидный хрящ;
9 — перстнещитовидный сустав;
10 — перстневидный хрящ;
11 — перепончатая стенка трахеи;
12 — дугообразные трахейные хрящи

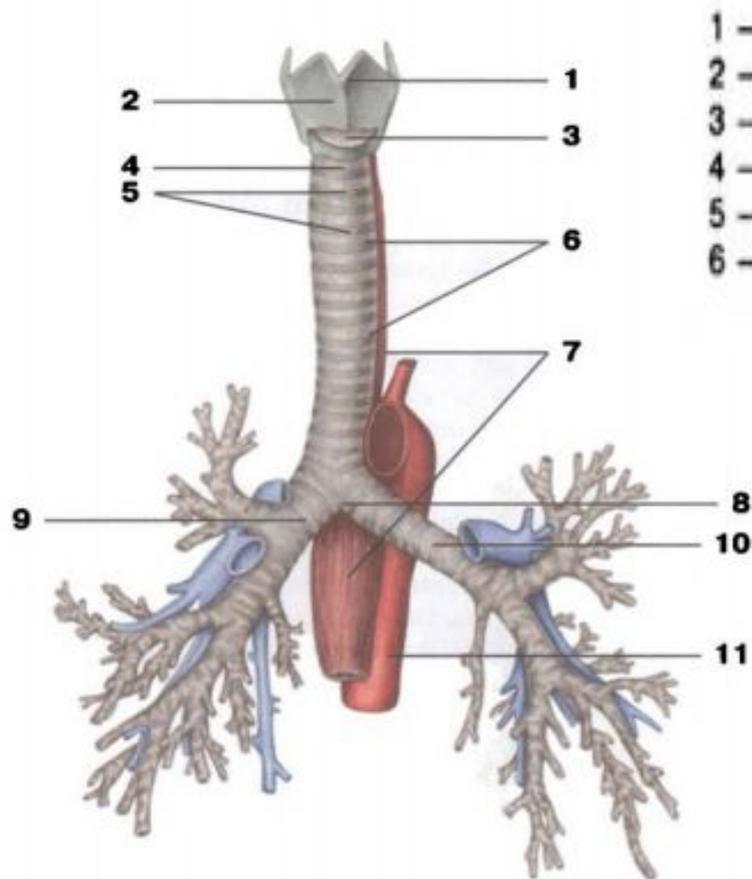
- При глубоком дыхании они разводятся еще дальше, при пении и речи они смыкаются, остается лишь узкая щель, края которой вибрируют.
- Они являются источником звуковых колебаний, от которых зависит высота голоса.
- У мужчин связки длиннее и толще, их звуковые колебания ниже по частоте, поэтому мужской голос более низкий.
- У детей и женщин связки тоньше и короче, их голос более высокий.

- Звуки, образующиеся в гортани, усиливаются резонаторами — носовыми пазухами.
- Под влиянием воздушной струи стенки этих полостей немного вибрируют, вследствие чего звук усиливается и приобретает дополнительные оттенки.
- Они определяют тембр голоса.

- Звуки, издаваемые голосовыми связками, формируются в определенные звуки речи в ротовой и носовой полостях в зависимости от положения языка, губ, челюстей и распределения звуковых потоков.
- Работа перечисленных органов при произношении членораздельных звуков называется *артикуляцией*.
- Правильная артикуляция формируется в возрасте от года до пяти лет, когда ребенок овладевает родным языком.

- **Трахея и главные бронхи.** *Трахея* — дыхательное горло — начинается на уровне VI – VII шейных позвонков и представляет собой трубку, состоящую из 16 – 20 хрящевых гиалиновых полуколец, соединяющихся между собой кольцевидными связками.
- Длина трахеи 10 – 15 см; различают шейную и грудную ее части.
- На уровне верхнего края V грудного позвонка трахея делится на два главных *бронха* — к левому и правому легкому.
- Правый бронх более короткий, несколько шире левого; отходит от трахеи под тупым углом.

Трахеи и бронхи



1 — гортанный выступ (кадык);

2 — щитовидный хрящ;

3 — перстнещитовидная связка;

4 — перстнетрахеальная связка;

5 — дугообразные трахейные хрящи;

6 — кольцевые связки трахеи;

7 — пищевод;

8 — раздвоение трахеи;

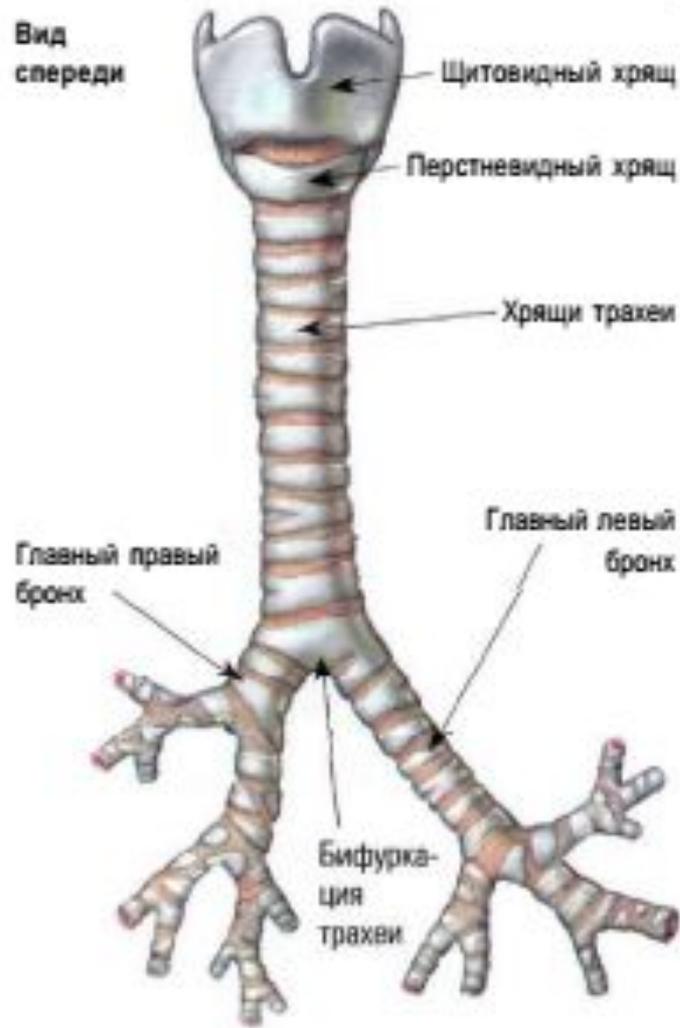
9 — главный правый бронх;

10 — главный левый бронх;

11 — аорта

ТРАХЕЯ

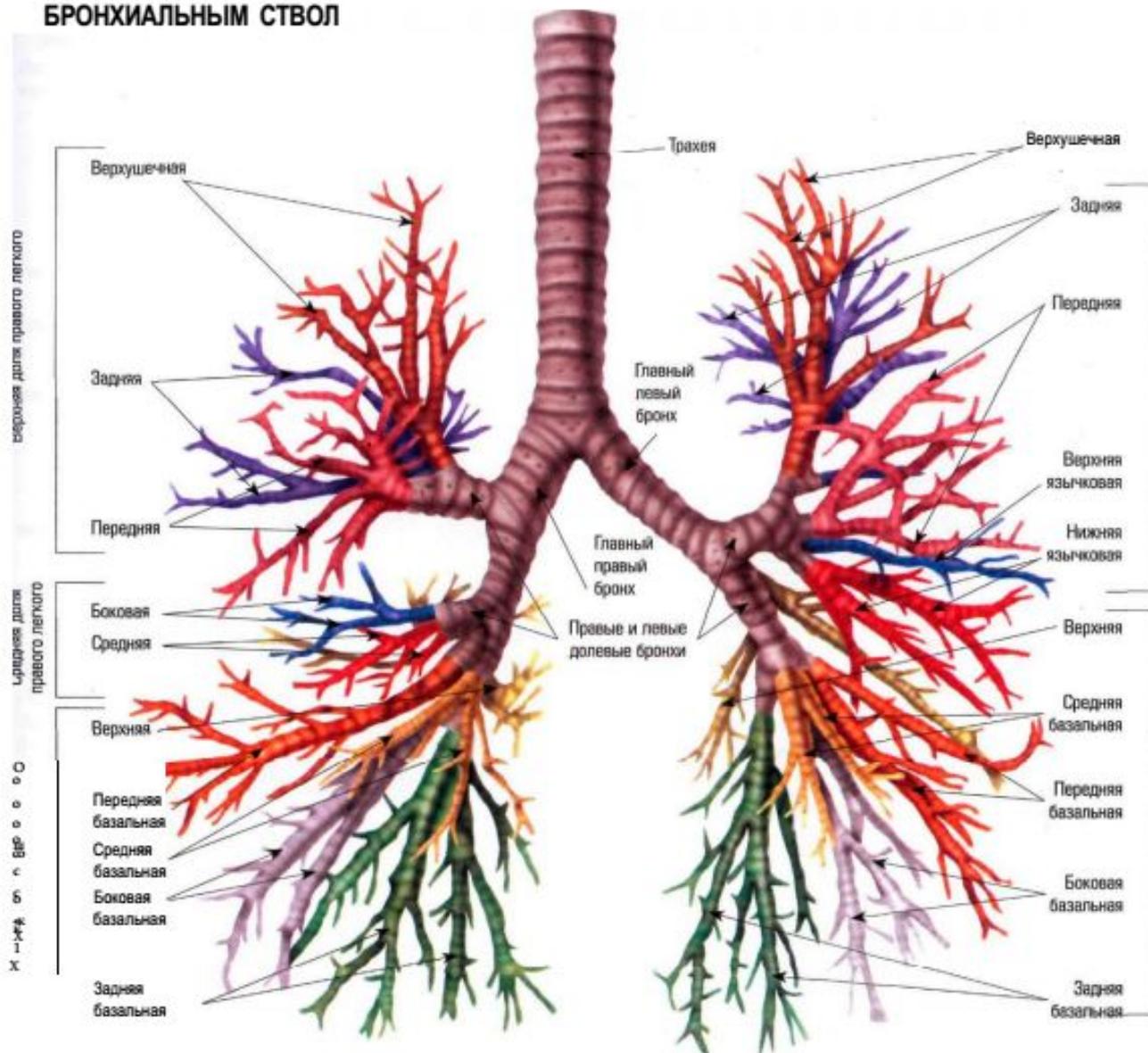
Вид
спереди



Вид сзади



БРОНХИАЛЬНЫЙ СТВОЛ

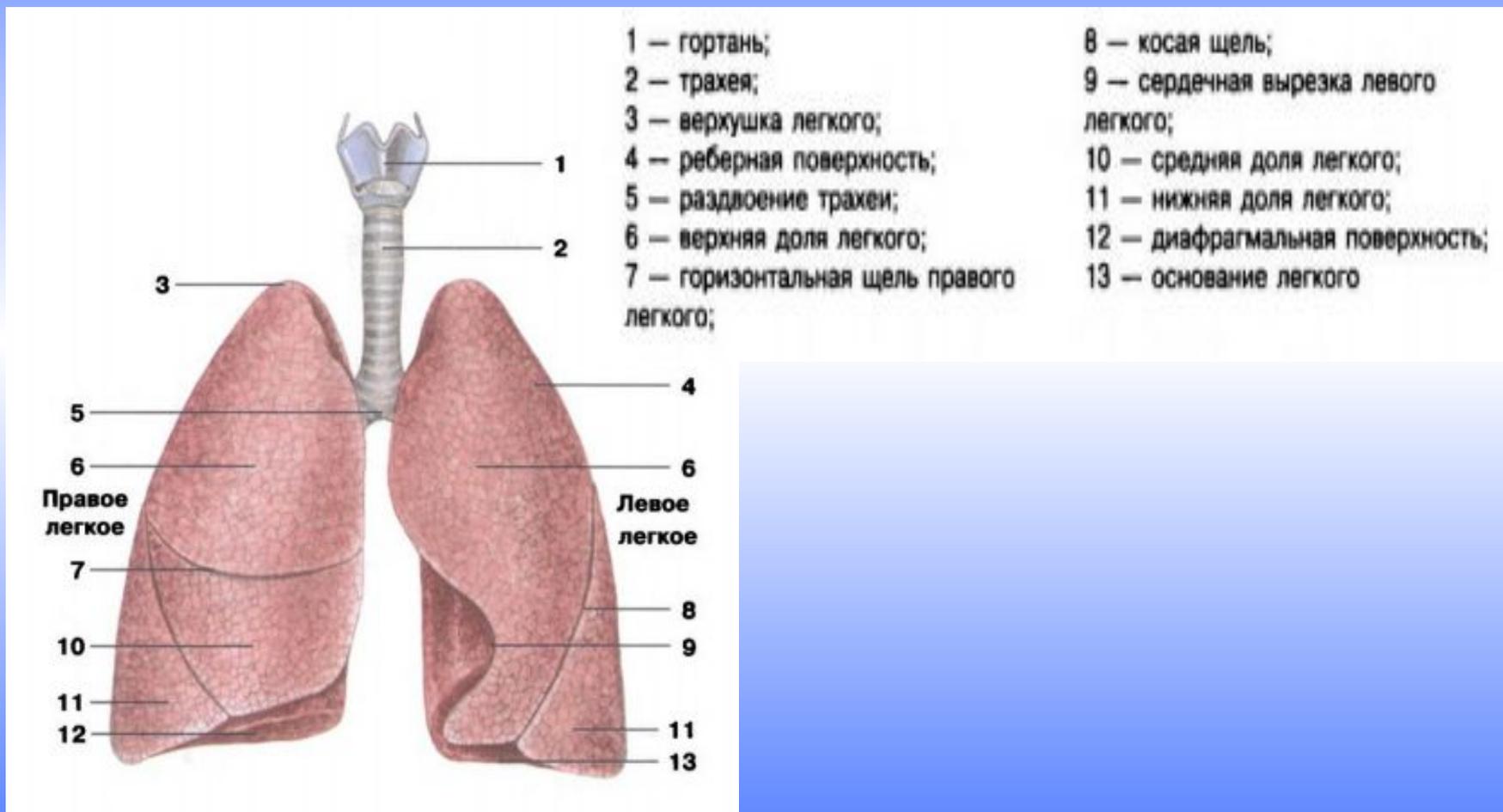


БРОНХИ

- Слизистая оболочка трахеи и бронхов выстлана реснитчатым эпителием и не образует складок.
- Реснички способны волнообразно двигаться от легких наружу.
- Попавшие на слизистую оболочку мелкие частицы обволакиваются слизью и выталкиваются из организма при кашле или чихании.

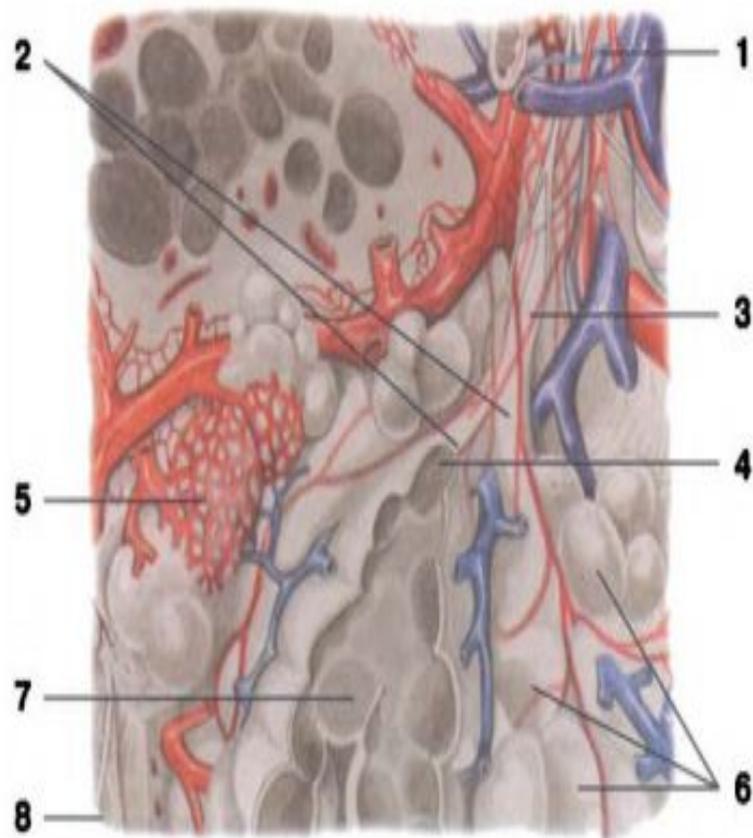
- **Легкие** являются основным органом дыхательной системы.
- Это парный орган, занимающий почти весь объем грудной клетки.
- Различают правое и левое легкое.
- По форме они представляют собой усеченные конусы, верхушкой обращенные к ключице, а вогнутым основанием – к куполу диафрагмы.
- Верхушка легкого достигает I ребра.

Легкие



- 1 — бронхиола;
- 2 — альвеолярные ходы;
- 3 — дыхательная (респираторная) бронхиола;
- 4 — предсердие:

- 5 — капиллярная сеть альвеол;
- 6 — альвеолы легких;
- 7 — альвеолы в разрезе;
- 8 — плевра



Долька легкого:

А — вид спереди:

- 1 — верхняя доля легкого;
- 2 — передняя граница плевры
- 3 — передний край легкого: а) пра-

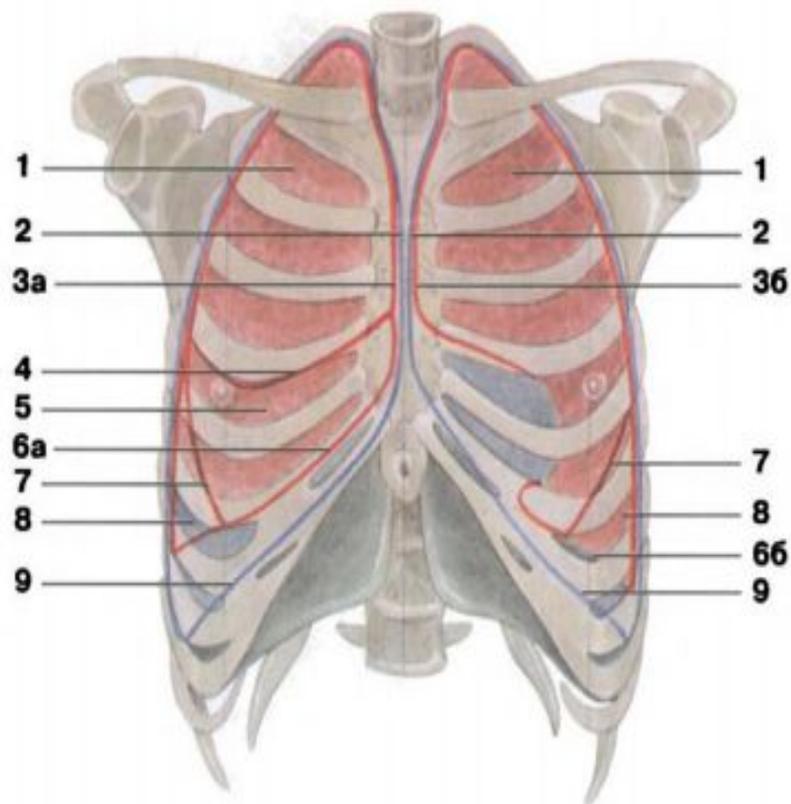
5 — средняя доля;

6 — нижний край легкого: а) право-

7 — косая щель;

8 — нижняя доля;

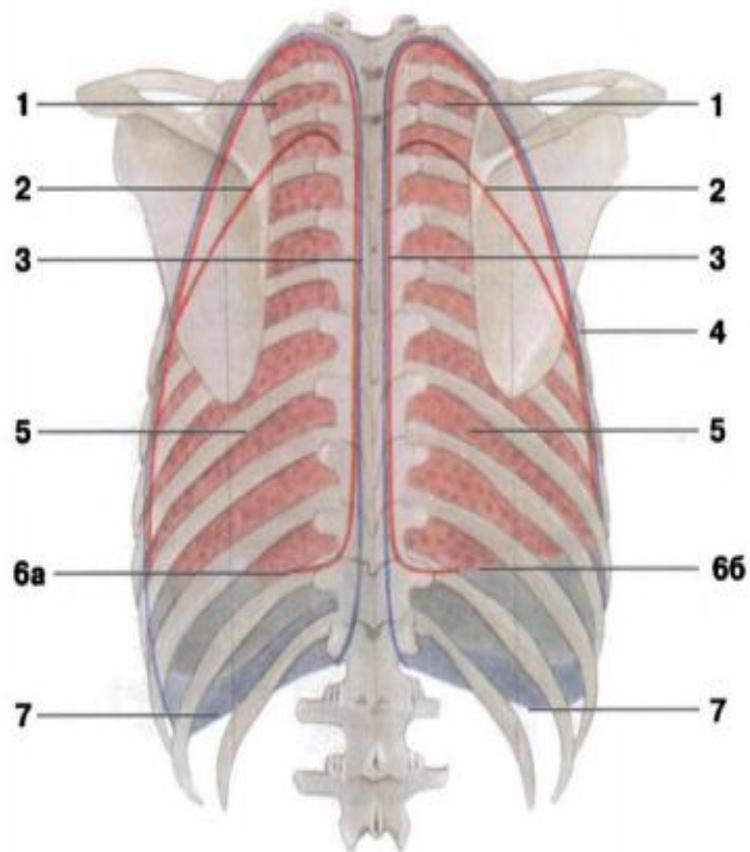
9 — нижняя граница плевры;

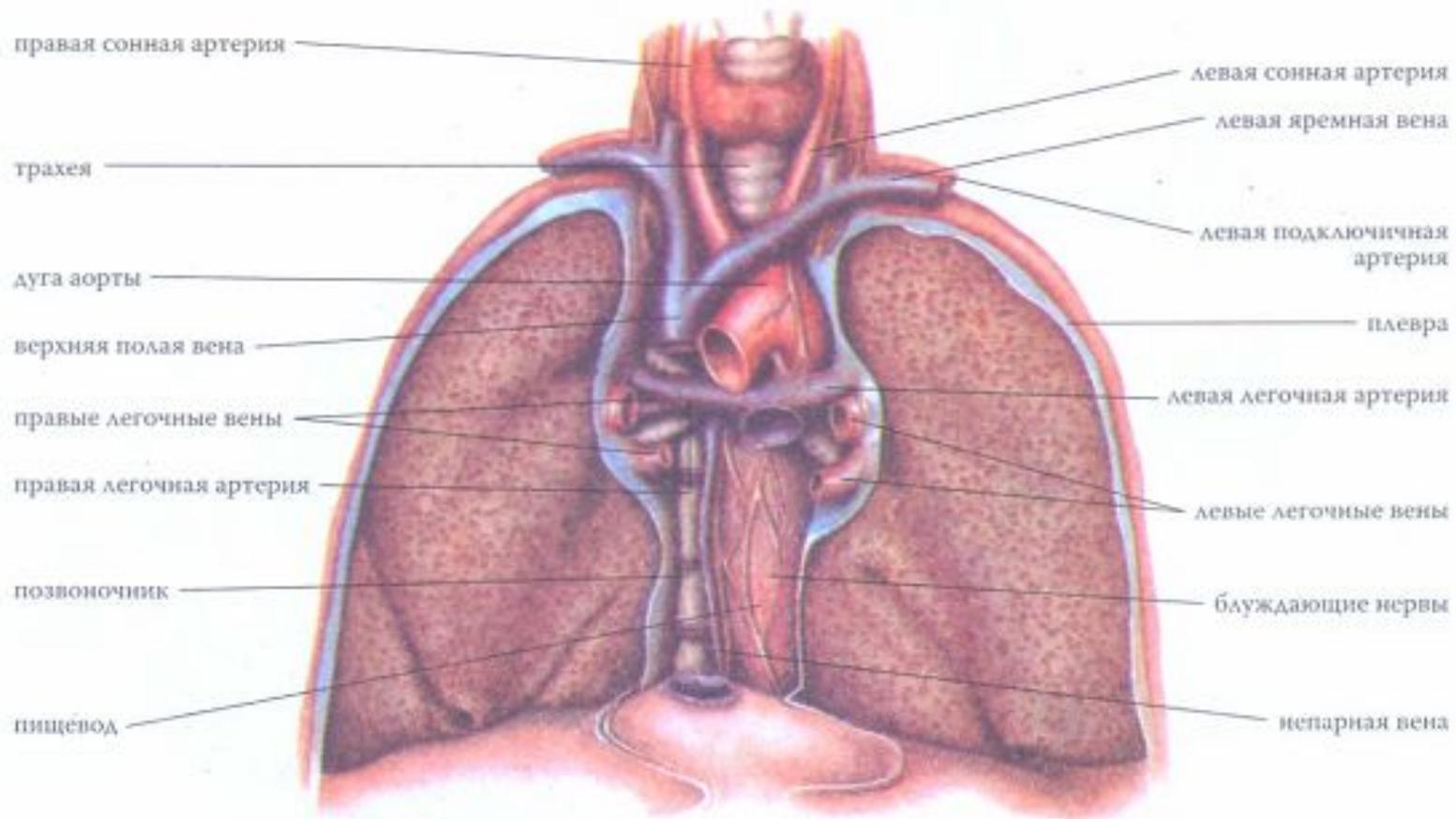


Границы легких

- Б** — вид сзади:
1 — верхняя доля;
2 — косая щель;
3 — задняя граница плевры;
4 — задний край правого легкого;

- 5 — нижняя доля;
6 — нижний край легкого: а) левого;
б) правого;
7 — нижняя граница плевры





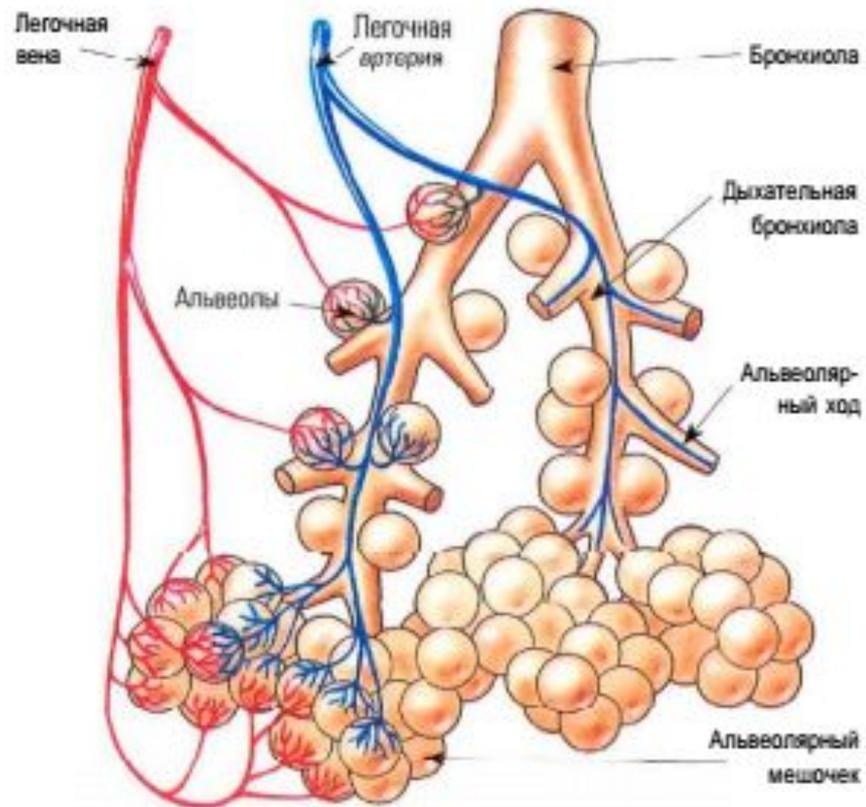
ЛЕГКИЕ И ДРУГИЕ ГРУДНЫЕ ОРГАНЫ

- Наружная выпуклая поверхность прилегает к ребрам.
- С внутренней стороны, обращенной к средостению, в каждое легкое входят главный бронх, легочная артерия, легочные вены и нервы.
- Они образуют корень легкого; в нем находится большое количество лимфатических узлов, защищающих от проникновения в легкие болезнетворных микроорганизмов.
- Место вхождения бронхов и сосудов в легкие называется воротами легкого.

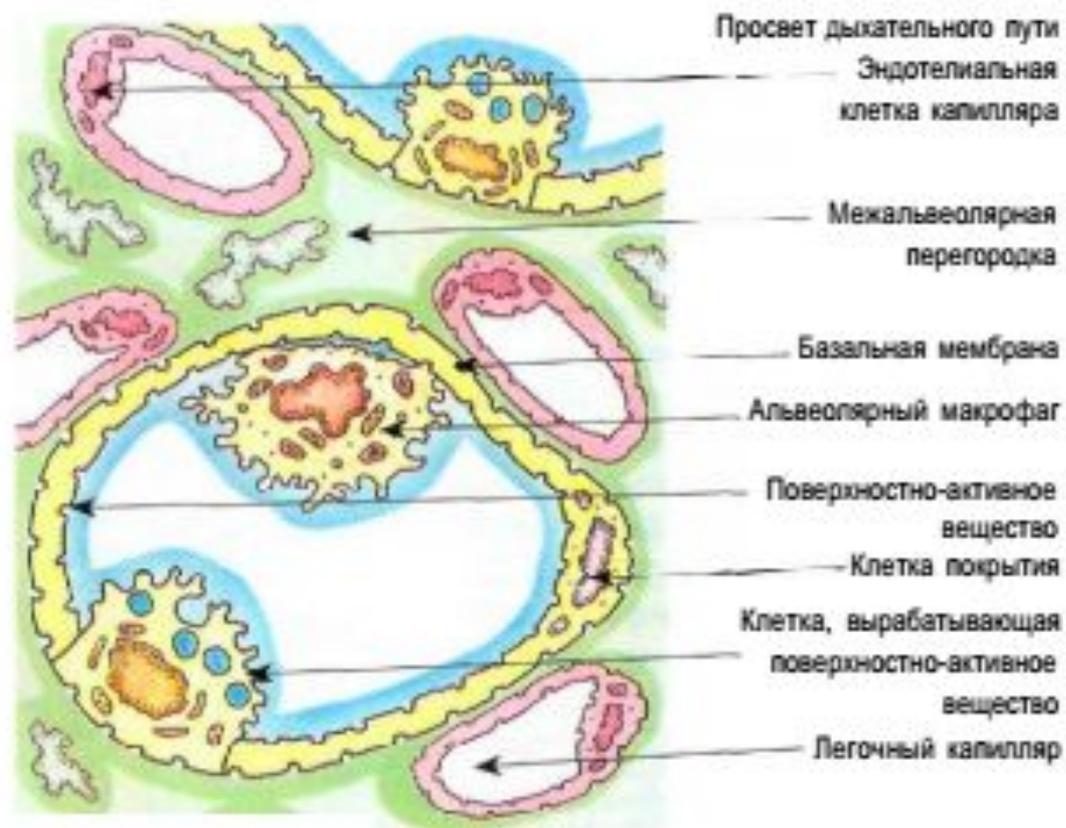
- По своим размерам правое легкое шире и короче, чем левое.
- Левое легкое в нижнепередней области имеет выемку, образованную сердцем.
- Каждое легкое делится на доли, правое – на три, левое – на две.

- Каждый бронх входит в легкое, где ветвится на мелкие бронхи («бронхиальное дерево»), которые, в свою очередь, разветвляются на *бронхиолы* толщиной 0,5 мм.
- Таких бронхиол около 25 млн.
- Каждая из них оканчивается ходами с группой воздушных мешочков, или *альвеол*.

ЛЕГОЧНЫЙ АЦИНУС



ВИД ПОД МИКРОСКОПОМ ЛЕГОЧНЫХ АЛЬВЕОЛ И КАПИЛЛЯРОВ



- Легкие можно сравнить с виноградной кистью, где веточки представляют собой бронхи и бронхиолы, а ягоды – альвеолы.
- Каждая такая «веточка» носит название *ацинуса*.
- Их насчитывается почти 300 млн.
- Сюда по многомиллионным ходам поступает вдыхаемый воздух.
- Альвеолы увеличивают дыхательную поверхность легкого.

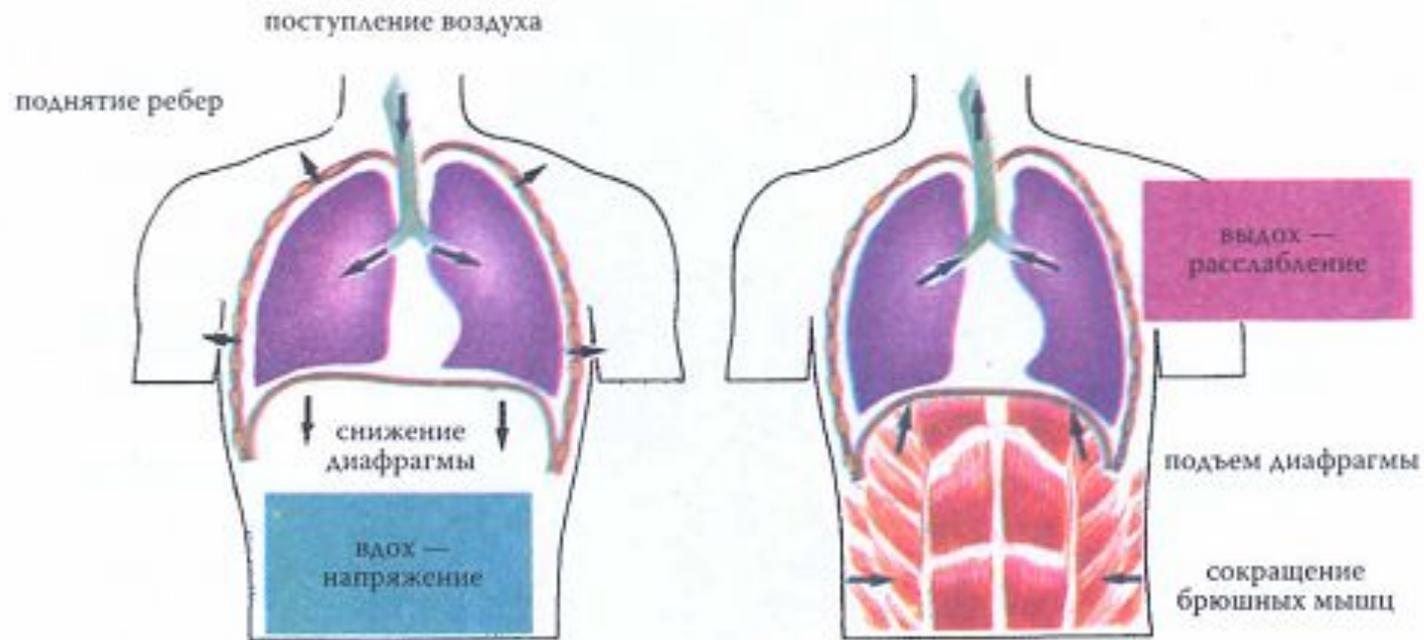
- При сильном вдохе альвеолы растягиваются, их поверхность составляет в общей сложности площадь 150 м².
- Это в 75 раз больше, чем поверхность тела человека (2 м²).

- Легкие покрыты тонкой гладкой оболочкой — *плеврой*, которая покрывает все легкое, переходит на грудную клетку и плотно облегает ее внутреннюю поверхность.
- Между плеврой, покрывающей легочную ткань, и плеврой, выстилающей изнутри грудную клетку, находится замкнутое щелевидное пространство, содержащее небольшое количество жидкости, — *плевральная полость*.

- Плевра и плевральная полость помогают осуществлению акта дыхания.
- В герметичной плевральной полости поддерживается постоянное давление имеющее отрицательное значение относительно атмосферного, поэтому внутренний листок плевры оказывается плотно «притянутым» к внешнему.
- Это способствует тому, что легкие прилежат к стенкам грудной полости и постоянно удерживаются в расправленном состоянии, а дыхательные движения грудной клетки передаются плевре и легким.
- Содержащаяся в плевральных полостях жидкость облегчает скольжение листков плевры друг относительно друга при вдохе и выдохе.

Нервно-гуморальная регуляция дыхания

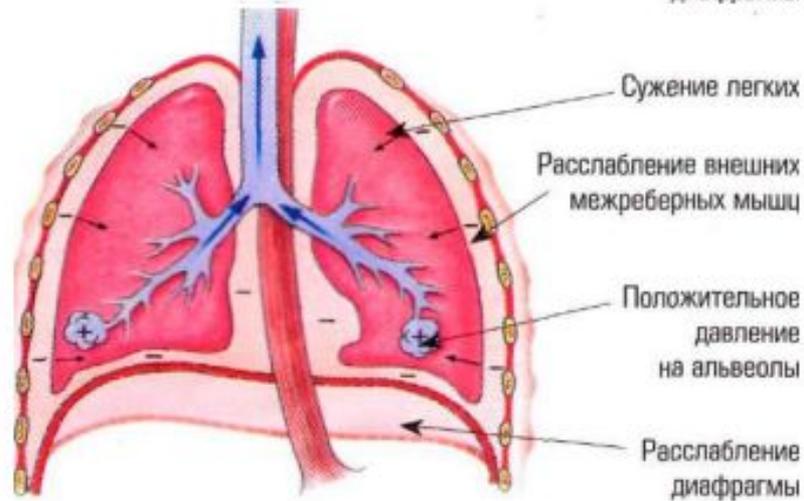
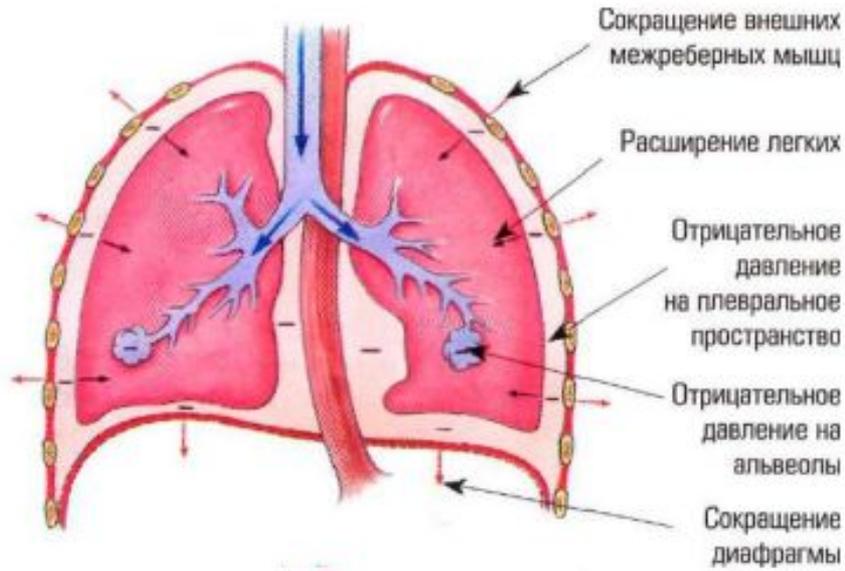
- **Механизмы вдоха и выдоха.** Для поддержания газового состава альвеол (удаления углекислого газа и поступления воздуха, содержащего достаточное количество кислорода) необходима вентиляция альвеолярного воздуха.
- Она достигается благодаря дыхательным движениям: чередованию вдоха и выдоха.
- Сами легкие не могут нагнетать или изгонять воздух из альвеол.
- Они лишь пассивно следуют за изменением объема грудной полости за счет отрицательного давления в плевральной полости.

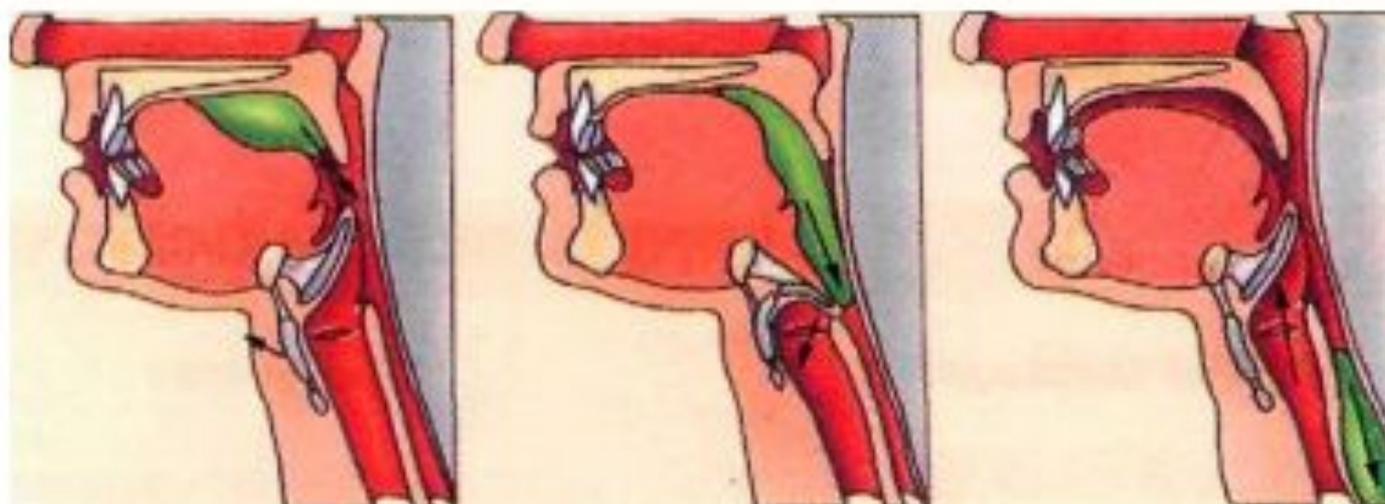


ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ

МЕХАНИЗМ ДЫХАНИЯ

Вдох





1. Во время дыхания надгортанник открывается и воздух проходит к гортани

2. Надгортанник перекрывает путь воздуху, направляя тем самым пищу в пищевод

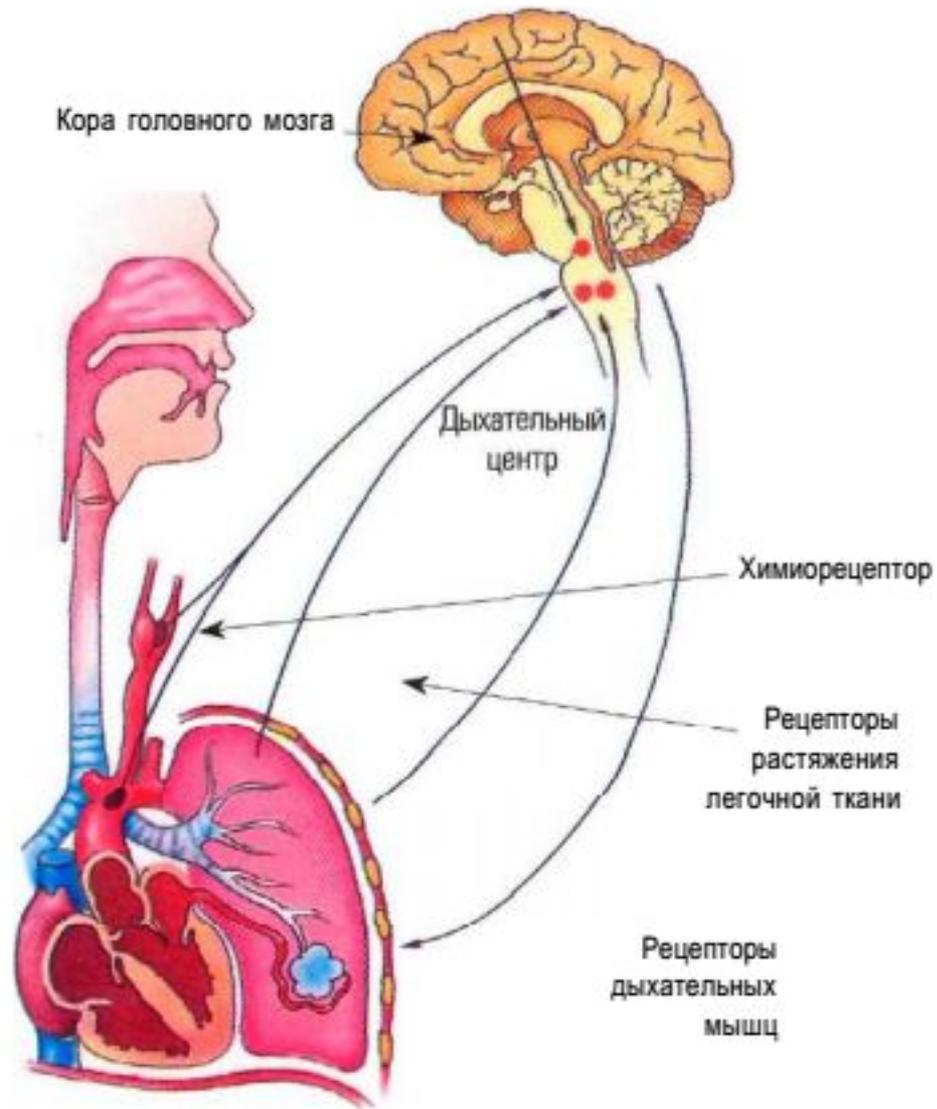
3. После глотания надгортанник вновь открывается и воздух проходит к гортани

- При *вдохе* диафрагма опускается вниз, отодвигая органы брюшной полости, а межреберные мышцы поднимают грудную клетку вверх, вперед и в стороны.
- Объем грудной полости увеличивается, и легкие следуют за этим увеличением, поскольку содержащиеся в легких газы прижимают их к пристеночной плевре.
- Вследствие этого давление внутри легочных альвеол падает и наружный воздух поступает в альвеолы.

- *Выдох* начинается с того, что межреберные мышцы расслабляются.
- Под действием силы тяжести грудная стенка опускается вниз, а диафрагма поднимается вверх, поскольку стенка живота давит на внутренние органы брюшной полости, а они своим объемом поднимают диафрагму.
- Объем грудной полости уменьшается, легкие сдавливаются, давление воздуха в альвеолах становится выше атмосферного, и часть его выходит наружу.
- Все это происходит при спокойном дыхании.
- При глубоком вдохе и выдохе включаются дополнительные мышцы.

- **Нервная регуляция дыхания.** Дыхательный центр расположен в продолговатом мозге.
- Он состоит из центров вдоха и выдоха, которые регулируют работу дыхательных мышц.
- Спадение легочных альвеол, которое происходит при выдохе, рефлекторно вызывает вдох, а расширение альвеол рефлекторно вызывает выдох.

КОНТРОЛЬ ДЫХАНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМОЙ



- При жизни дыхательный центр активен практически постоянно, так как в его клетках ритмически возникают импульсы возбуждения.
- Автоматизм дыхательного центра обусловлен спецификой метаболизма в его нейронах.
- Импульсы после возникновения по центробежным нервам достигают дыхательных мышц, диафрагмы и обеспечивают возникновение вдоха и выдоха.

- Особое значение в регуляции дыхания имеют импульсы, идущие от рецепторов дыхательных мышц и от рецепторов самих легких.
- От их характера в большой степени зависит глубина вдоха и выдоха.

- Физиологический механизм регуляции дыхания построен по принципу обратной связи:
- при вдохе легкие растягиваются и в рецепторах, расположенных в стенках легких, возникает возбуждение, которое по центроостремительным волокнам блуждающего нерва достигает дыхательного центра и затормаживает активность нейронов центра вдоха, при этом в центре выдоха по механизму обратной индукции возникает возбуждение.
- В результате дыхательные мышцы расслабляются, грудная клетка уменьшается и происходит выдох.
- По такому же механизму выдох стимулирует вдох.

- При задержке дыхания мышцы вдоха и выдоха сокращаются одновременно, вследствие чего грудная клетка и диафрагма удерживаются в одном положении.
- На работу дыхательных центров оказывают влияние и другие центры, в том числе расположенные в коре больших полушарий.
- Благодаря их влиянию можно сознательно изменять ритм дыхания, задерживать его, управлять дыханием при разговоре или пении.

- При раздражении органов брюшной полости, рецепторов кровеносных сосудов, кожи, рецепторов дыхательных путей дыхание изменяется рефлекторно.
- Так, при вдыхании паров аммиака раздражаются рецепторы слизистой оболочки носоглотки, что вызывает активизацию акта дыхания, а при высокой концентрации паров – рефлекторную задержку дыхания.
- К этой же группе рефлексов относятся чихание и кашель – защитные рефлексы, служащие для удаления инородных частиц, попавших в дыхательные пути.

- **Гуморальная регуляция дыхания.** При мышечной работе усиливаются процессы окисления, что приводит к повышению содержания углекислого газа в крови.
- Избыток углекислого газа повышает активность дыхательного центра, дыхание становится более глубоким и частым.
- В результате интенсивного дыхания восполняется недостаток кислорода, а избыток углекислого газа удаляется.

- Если концентрация углекислого газа в крови понижается, работа дыхательного центра тормозится и наступает непроизвольная задержка дыхания.
- Благодаря нервной и гуморальной регуляции концентрация углекислого газа и кислорода в крови в любых условиях поддерживается на определенном уровне.

Развитие органов дыхания и их функции в онтогенезе

- Развитие легких у человеческого зародыша начинается на 3-й неделе эмбрионального существования.
- Между 5-й неделей и 4-м месяцем жизни зародыша формируются бронхи и бронхиолы, к моменту рождения количество легочных сегментов соответствует таковому у взрослого.

- При внутриутробном развитии газообмен у плода происходит через плаценту и организм матери, легкие имеют плотную консистенцию и слабо развитую эластическую ткань.
- У плода регистрируются дыхательные движения в виде незначительного расширения грудной клетки, при этом легкие не расправляются, возникает только небольшое отрицательное давление в плевральной щели.
- Дыхательные движения плода способствуют лучшей циркуляции крови и улучшению кровоснабжения.

- С первым вдохом новорожденного легкие расправляются и устанавливается ритмичное дыхание, частота которого колеблется от 40 до 60 в минуту.
- Механизм первого вдоха связан с действием на нервные клетки дыхательного центра углекислого газа, растворенного в крови.
- При рождении ребенка его концентрация повышается вследствие нарушения плацентарного кровообращения.

- Накапливающийся в крови углекислый газ действует на нервные клетки дыхательного центра непосредственно и рефлекторно через рецепторы кровеносных сосудов.
- В результате активизируется дыхательный центр и включается механизм дыхания – первый вдох, проявляющийся как первый крик новорожденного.

- В возникновении первого вдоха помимо главного фактора, возбуждающего дыхательный центр, – изменения газового состава крови – немаловажную роль играет изменение условий существования новорожденного: *механическое раздражение кожи при прикосновении рук акушера, более низкая температура среды, потери воды через кожу и слизистые на воздухе и др.*

- Строение органов дыхания в первые годы жизни имеет свои специфические особенности.
- Нос меньше и короче, носовые ходы уже, особенно у детей грудного возраста, слизистая оболочка богата кровеносными сосудами – все это приводит к легкому возникновению отека и нарушению носового дыхания.

- Глотка у детей раннего возраста узкая, а слуховая евстахиева труба короткая и широкая.
- Ее отверстие расположено ниже и ближе к носовым ходам, чем у старших детей и взрослых, поэтому проникновение инфекции из носоглотки в слуховую трубу происходит очень легко.

- Придаточные пазухи носа у новорожденного практически отсутствуют, их развитие происходит в первые годы жизни.
- Гортань у детей первого года жизни имеет воронкообразную форму, она относительно длиннее, чем у более старших детей, ее слизистая оболочка и голосовые связки нежны, богаты кровеносными сосудами и лимфоидной тканью.
- Такое строение является причиной частого развития отека гортани (круп) в этом возрасте.

- На втором году жизни форма гортани постепенно меняется, но остальные особенности сохраняются на всем протяжении периода раннего детства.
- Все особенности анатомического строения гортани присущи и трахее.
- Здесь также легко развиваются воспалительные процессы и велика опасность отека.
- Бронхи у детей узкие, хрящи мягкие и податливые.

- Слизистая оболочка сухая, но богата кровеносными сосудами, что способствует развитию воспалительных явлений и отека.
- Легкие в раннем возрасте богаты соединительной тканью, обильно снабжены кровеносными сосудами; капилляры и лимфатические сосуды широкие, эластическая ткань развита слабо; менее воздушны и эластичны.
- Плевра в грудном возрасте тонкая, плевральная полость легко растяжима.
- Диафрагма расположена относительно выше, чем у взрослого, сокращение ее более слабое.

- Грудная клетка у грудного ребенка выпуклая, относительно короткая; ребра расположены горизонтально и под прямым углом к позвоночнику.
- На втором году жизни в связи с освоением ходьбы форма грудной клетки и положение ребер интенсивно изменяются, они переходят из горизонтального в косое положение.
- Эти изменения облегчают дыхательные движения и вентиляцию легких.

- Дыхательная мускулатура у детей раннего и дошкольного возраста развита слабо.
- Упругость легочной ткани выше, а растяжимость ниже, чем у взрослых и детей школьного возраста; относительно малый диаметр бронхов создает в дыхательных путях дополнительное сопротивление.
- Таким образом, чем младше ребенок, тем большую работу должны выполнить его дыхательные мышцы для обеспечения вентиляции легких.

- Повышенный обмен веществ у детей обуславливает высокую потребность в кислороде, между тем особенности легких и грудной клетки во многом ограничивают глубину дыхания.
- Интенсивность газового обмена обеспечивается увеличением частоты дыхания, частое и поверхностное дыхание младенца ухудшает использование кислорода и затрудняет выделение углекислоты.

- Формирование механизмов регуляции дыхания к моменту рождения ребенка еще не завершено, поэтому он хуже обеспечивает ритмическую смену фаз вдоха и выдоха.
- Подтверждением этого является большая изменчивость частоты, глубины и ритма дыхания младенца.

- Ритм дыхания у детей раннего возраста легко нарушается под влиянием внешних факторов – практически на все стрессовые воздействия и заболевания ребенок младшего возраста реагирует одышкой (учащением дыхания).
- Возбудимость дыхательного центра у грудных детей также снижена.

- Основной структурной единицей легкого у ребенка, как и у взрослого, является ацинус.
- У новорожденных ацинус слабо дифференцирован, его формирование происходит еще долгое время после рождения.
- Так, например, у новорожденного число альвеол 24 млн, а их диаметр – 0,05 мм, что в 12 раз и соответственно в 4 раза меньше, чем у взрослых.

- Легкие ребенка бедны эластическими волокнами, особенно в окружности альвеол и в стенках легочных капилляров, между дольками легких и альвеолами обильно развита рыхлая соединительная ткань, богатая кровеносными сосудами.
- До 3 лет происходит усиленная дифференцировка отдельных элементов легких, от 3 до 7 лет ее темп замедляется, к 7–8 годам заканчиваются процессы формирования бронхов.

- Усиленный рост и совершенствование органов дыхания наблюдается в пубертатном периоде.
- В течение этого возрастного периода носовые ходы, гортань, трахея и общая поверхность легких достигают максимального развития.
- Увеличивается просвет трахеи и бронхов, развиваются их мышечные и эластические волокна, увеличивается объем легких за счет увеличения размера альвеол (их количество достигает уровня взрослого к 8 годам, но объем легких и поверхность альвеол в начале пубертатного периода значительно меньше, чем у взрослых).

- В подростковом и юношеском возрасте продолжается развитие легких, жизненная емкость приближается к уровню таковой у взрослых.
- Увеличиваются длина и диаметр трахеи и бронхов.
- Под действием мужского полового гормона – тестостерона – существенно изменяется строение гортани у мальчиков (развивается система гортанных хрящей и голосовых связок).
- Происходит мутация голоса – он становится низким.
- В 16–18 лет между системой дыхания и другими системами жизнеобеспечения устанавливается скоординированное взаимодействие.

- С возрастом происходит формирование функциональной деятельности дыхательного центра, меняется его чувствительность к содержанию кислорода, достигая в школьном возрасте примерно уровня взрослого.
- Уже к 11 годам полноценной становится возможность произвольного приспособления дыхания к различным условиям жизнедеятельности.
- Однако в период полового созревания в организме подростков происходят временные нарушения регуляции дыхания, отмечается меньшая, чем у взрослого человека, устойчивость к гипоксии.

- В процессе онтогенеза большую роль в функциональном совершенствовании регуляции дыхания играет развитие двигательного анализатора.

- По мере роста и развития ребенка и подростка развивается опорно-двигательный аппарат и двигательные реакции, совершенствуются проприорецептивные механизмы, становится более тонким анализ информации, поступающей в головной мозг от проприорецепторов мышц и сухожилий, совершенствуется взаимосвязь двигательного и дыхательного центров головного мозга, оптимизируется обеспечение кислородом двигательной активности организма.

- Скоординированное взаимодействие между системой дыхания и другими системами жизнеобеспечения устанавливается к 16 – 18 годам.

- С возрастом дыхание все лучше поддается управлению, появляется возможность произвольно изменять дыхание (прекратить или усилить дыхательные движения, обеспечивающие вентиляцию легких).
- Такая регуляция осуществляется через кору больших полушарий головного мозга, связана с развитием второй сигнальной системы и проявляется с развитием речи.

- У ребенка первого года жизни в связи со слабостью межреберных мышц дыхание осуществляется преимущественно за счет движения диафрагмы (брюшной тип дыхания).
- В период с 1 года до 3 лет по мере роста грудной клетки и развития межреберных мышц дыхание становится грудобрюшным, частота его уменьшается до 35–40 циклов в минуту.
- В возрасте 5–6 лет она составляет около 25 дыхательных движений в минуту, в 10 лет – 18–20, у взрослых – 15–16, а отношение частоты дыхания к частоте пульса у новорожденных – 1 : 2,5–3, у детей 6–7 лет – 1 : 3,5–4, у взрослых – 1:4.

- В возрасте 6–7 лет происходит интенсивный рост ребер и изменяется их положение.
- Более длинные ребра меняют форму грудной клетки – ее передняя часть опускается вниз.
- Межреберные мышцы начинают играть ведущую роль в организации вдоха и выдоха.
- Резервный объем заметно увеличивается, что создает благоприятные условия для работы легких, особенно при физической нагрузке.
- В младшем школьном возрасте происходит дальнейшее увеличение дыхательных объемов, что расширяет возможности организма в условиях физической нагрузки и адаптации.

- В 7–8 лет начинают проявляться, а к 14–17 годам окончательно формируются половые различия в типе дыхания: у мальчиков преобладает брюшной тип дыхания, а у девочек – грудной.
- В дальнейшем тип дыхания может меняться в зависимости от спортивной деятельности.

- **Возрастные изменения показателей дыхания** имеют большое значение для оценки физиологического состояния организма, его адаптивных возможностей.
- Такими показателями являются *объем дыхательном воздуха* (количество воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого за одно дыхательное движение), *минутный объем дыхания* (количество воздуха, которое вдыхает человек в 1 минуту), *максимальная произвольная вентиляция легких* (максимальный объем воздуха, который человек может вдохнуть и выдохнуть за 15 с).
- По мере роста и развития организма эти показатели претерпевают значительные изменения.

- Объем дыхательного воздуха (ДО) у ребенка в 1 месяц составляет 30 мл, в 1 год – 70, в 6 лет – 156, в 10 – 230, в 14 лет – 300 мл и лишь к 16–17 годам достигает величины взрослого человека.
- Минутный объем дыхания (МОД) у новорожденного составляет 650–700 мл, к концу первого жизни – 2700, к 6 годам – 3500, у взрослого человека – 5000–6000 мл.
- Значение максимальной произвольной вентиляции легких (МПВ) с возрастом увеличивается, достигая к 16–17 годам уровня взрослого человека.

- Примерно с 11 лет прирост МПВ у девочек начинает отставать от такового у мальчиков. МПВ у дошкольников в 10 раз больше, чем МОД;
- в пубертатном периоде в 13 раз;
- в среднем у взрослого – в 20–25 раз.
- Это показывает, что в процессе роста и развития организма резервы внешнего дыхания увеличиваются.

- *Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)* – максимальный объем воздуха, выдыхаемый после самого глубокого вдоха, – доступна измерению с 4–6 лет.
- В значительной степени она зависит от физического развития, возраста, пола и др.
- С возрастом ЖЕЛ увеличивается, причем наибольший прирост отмечается в 12–17 лет (период полового созревания), достигая к 17 годам величины для взрослого человека.

- **Изменение кислородных режимов с возрастом.** Под кислородным режимом дыхания понимается скорость и эффективность поглощения организмом кислорода из вдыхаемого воздуха.
- Общая тенденция повышения эффективности кислородных режимов организма в процессе роста и развития обусловлена тем, что функции дыхания и кровообращения становятся с возрастом более экономными, а регуляция этих систем более совершенной.

- Например, ребенку дошкольного возраста для потребления одного литра кислорода необходимо прохождение через легкие 29–30 л воздуха, подростку – 32–34, взрослому – всего 24–25 л.
- Для доставки тканям 1 л кислорода у ребенка и подростка необходимо участие в газообмене 21–22 л крови, у взрослого – 15–16 л.

- Одной из лучших моделей для выявления функциональных возможностей внешнего дыхания и всей системы газообмена является физическая нагрузка (выполнение определенных физических упражнений).
- У детей и подростков при мышечной работе потребление кислорода не может возрасти до таких значений, как у взрослых, у них также ниже ресурс увеличения легочной вентиляции и кровотока.

- Например, во время физической нагрузки легочная вентиляция у детей и подростков возрастает всего в 10–12 раз (8–9 лет – до 50–60 л/мин;
- 14–15 лет – до 60–70 л/мин), тогда как у нетренированных взрослых МОД достигает 100 л/мин.

- Увеличение легочной вентиляции у детей при нагрузке осуществляется в основном за счет учащения дыхания, а не за счет увеличения дыхательного объема вдоха и выдоха.
- Возможности более интенсивного усвоения кислорода из воздуха при повышении нагрузки также невелики: при физической нагрузке коэффициент утилизации кислорода у детей 5–6 лет увеличивается примерно в 2 раза, а у взрослых в 3 раза.

- В связи с небольшим размером сердца, меньшей мощностью сердечной мышцы систолический объем крови у детей и подростков при напряженной мышечной деятельности не может увеличиваться так, как у взрослых.
- Поэтому для усиления транспорта кислорода к тканям организма используется такой менее эргономичный способ активизации кровообращения, как учащение сердцебиения.

- Использование тканями кислорода из артериальной крови у детей составляет примерно 50%, тогда как у взрослых – 70% (у спортсменов высокого класса достигает 85–90%).
- Относительно небольшая кислородная емкость крови, меньшая утилизация из нее кислорода приводит к тому, что у детей и подростков при физической нагрузке эффективность кровообращения не столь высока, как у взрослых.

- Более низкие эффективность и экономичность кислородных режимов свидетельствуют о менее совершенном регулировании их в организме ребенка во время мышечной работы.

- Обобщая возрастные особенности дыхательной системы, следует еще раз подчеркнуть, что органы дыхания у детей и подростков еще не полностью адаптированы к изменяющимся внешним условиям и уязвимы для различных вредоносных факторов.
- В то же время потребность ребенка в интенсивном газообмене приводит к значительной нагрузке на них.
- Поэтому гигиена органов дыхания и предупреждение заболеваний дыхательных путей очень важны для благополучного роста и развития ребенка.