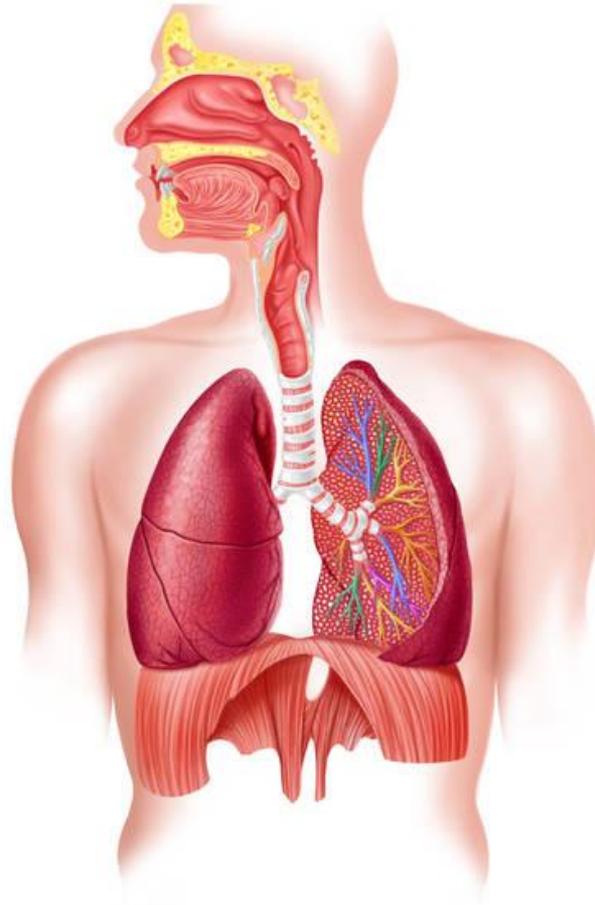


ДЫХАНИЕ



ОРГАНЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

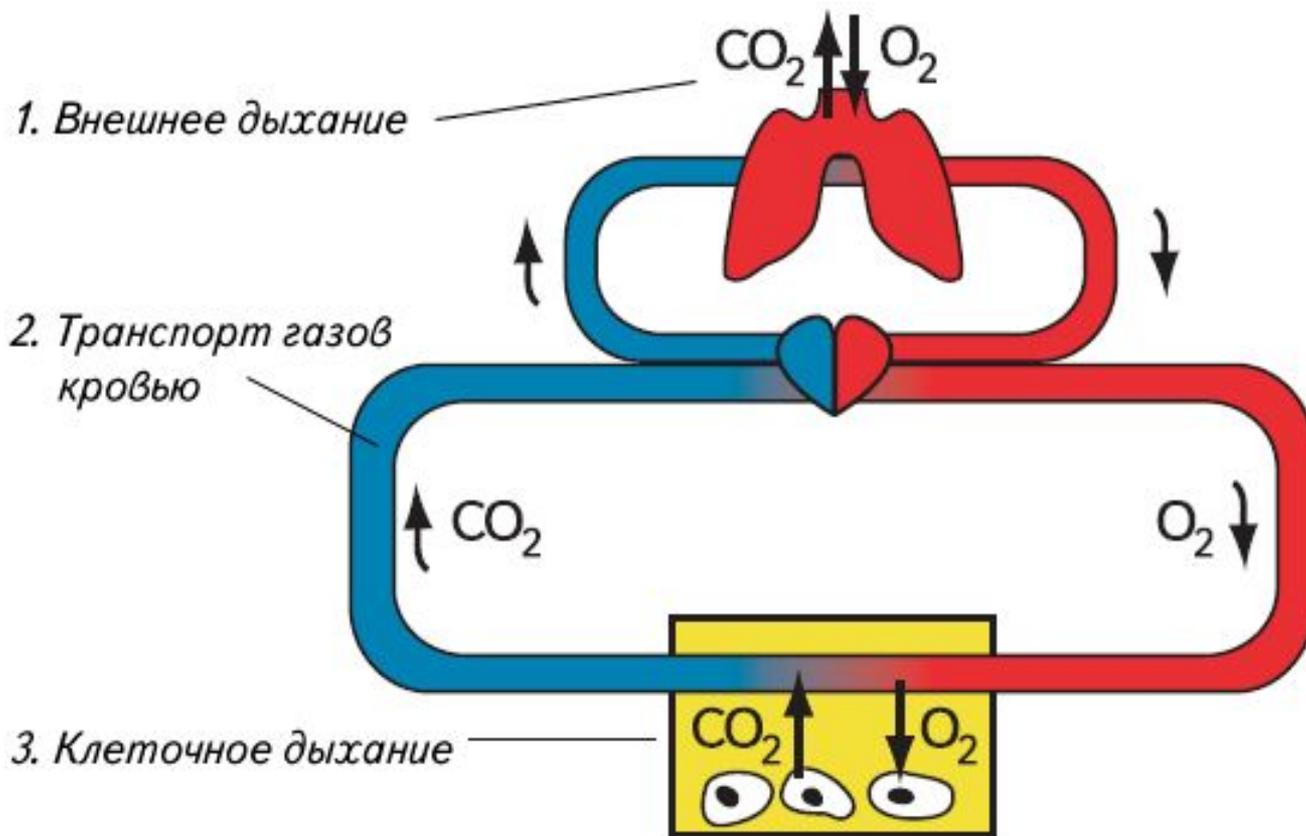
ДЫХАНИЕ

Это процесс газообмена между клетками и окружающей средой

4 этапа дыхания:

1. Газообмен «окружающая среда – легкие»
2. Газообмен «легкие-кровь»
3. Транспортировка газов кровью
4. Газообмен в тканях

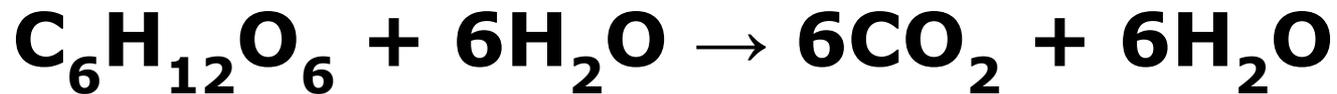
**Кровеносная система тесно связана с
дыхательной**



Легочное дыхание (внешнее)	Тканевое дыхание (клеточное)
Обеспечивает газообмен «легкие-кровь»	Обеспечивает газообмен «кровь-клетки тканей»
Совокупность физиологических процессов на органном уровне	Совокупность биохимических процессов на клеточном и молекулярном уровне

ТКАНЕВОЕ ДЫХАНИЕ

Это совокупность биохимических реакций, в ходе которых молекулы глюкозы окисляются с участием кислорода, что сопровождается выделением свободной энергии.



Эта энергия тратится на все жизненно важные процессы. В ходе тканевого дыхания образуются метаболиты – **вода и углекислый газ**, которые и выводятся легкими

Процессы тканевого дыхания возможны при непрерывном поступлении кислорода с кровью и выведении CO_2 и H_2O наружу

ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ:

газообмен

теплоотдача

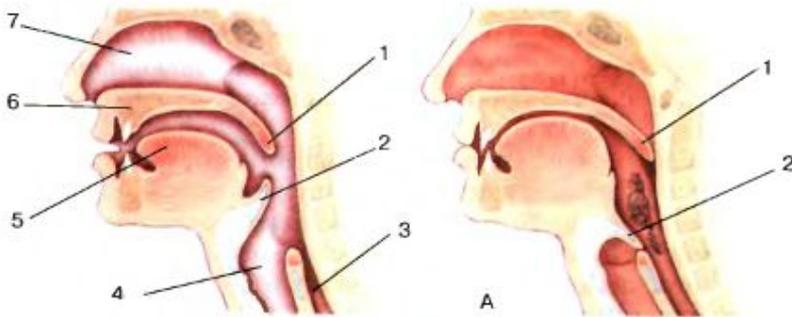
голособразование

Дыхательная система

СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Система органов дыхания состоит из воздухоносных путей (верхних и нижних дыхательных путей) и легких



А – верхние дыхательные пути

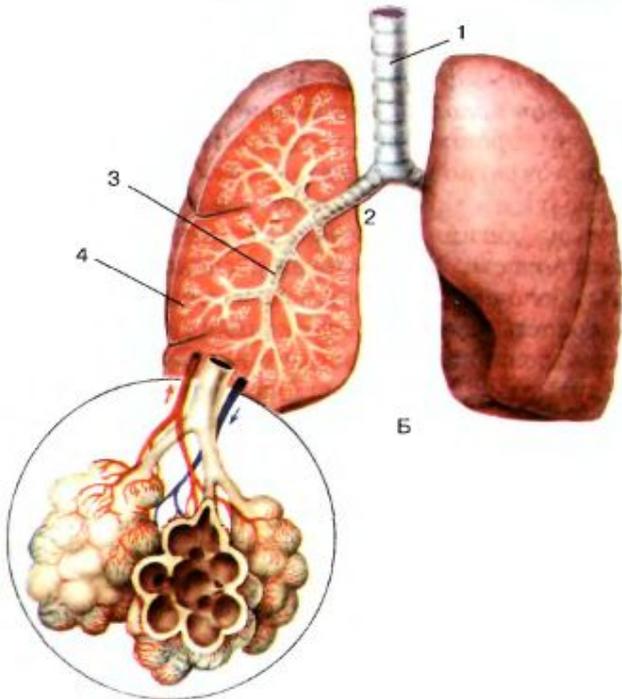
Слева при дыхании

Справа при глотании

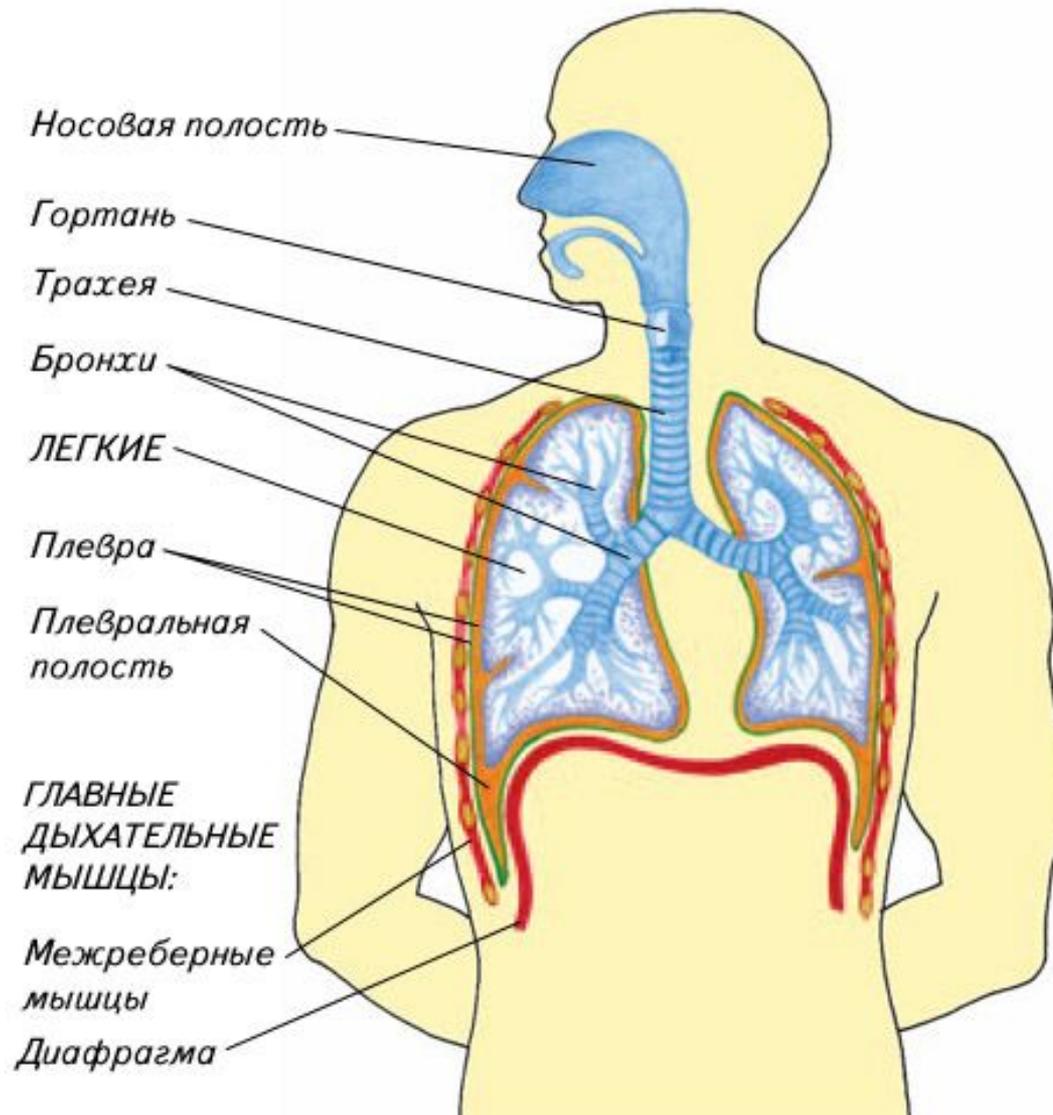
1. Язычок
2. Надгортанник
3. Пищевод
4. Гортань
5. Язык
6. Верхнее нёбо
7. Носовая полость

Б - нижние дыхательные пути

1. Трахея
2. Главные бронхи
3. Бронхиальное дерево
4. Альвеолы



Анатомия органов дыхательной системы



Воздухоносные (дыхательные) пути

Дыхательные пути – это совокупность органов, подводящих воздух к альвеолам

Верхние дыхательные пути:

Носовая и ротовая полость

Носоглотка

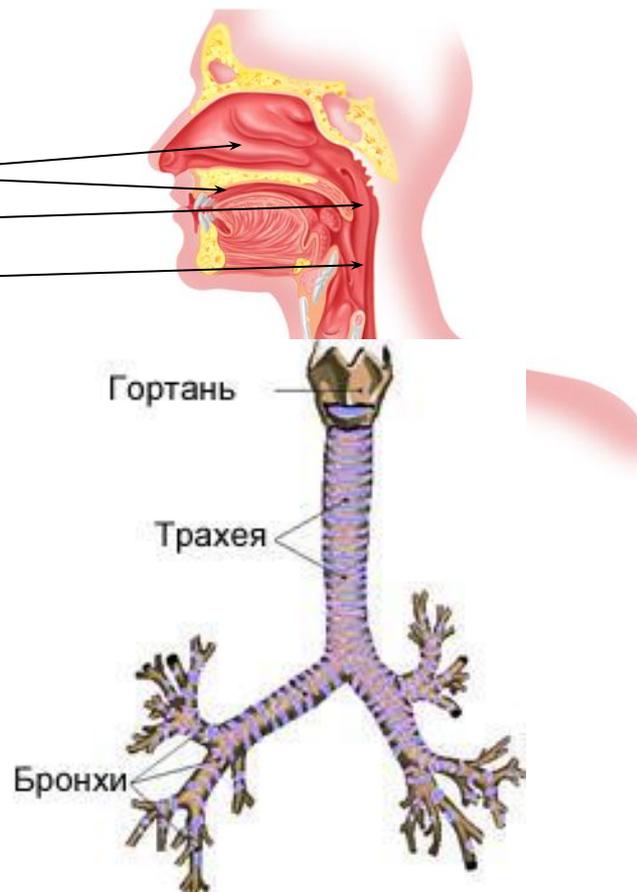
Глотка

Нижние дыхательные пути:

Гортань

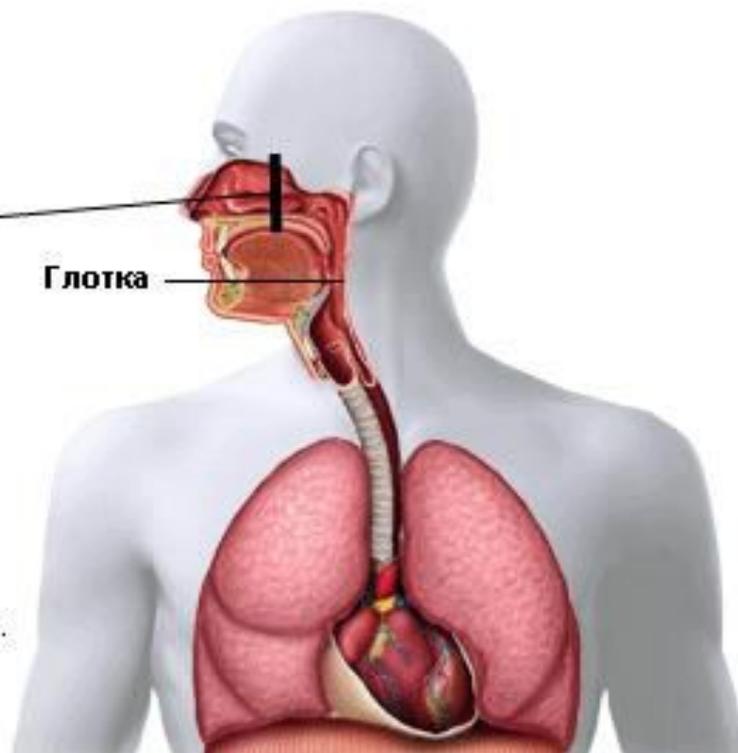
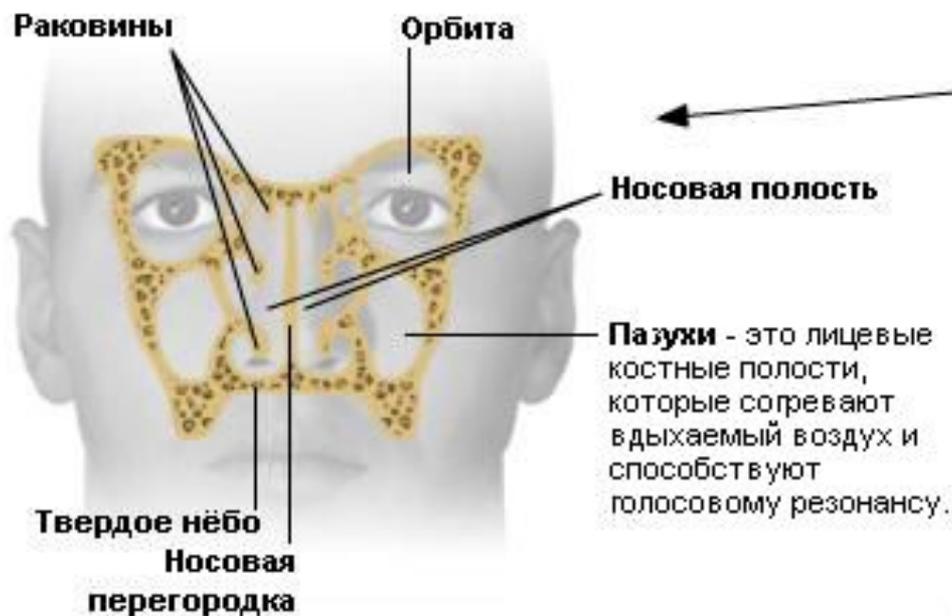
Трахея

Бронхи



Носовая полость и носоглотка

Носовые полости разделены носовой перегородкой и соединяются в глотке (на задней поверхности носа). Раковины - костные складки, покрытые слизью - ведут воздух по каналам (или проходам), где задерживается пыль.



Из носовой полости через **хоаны** воздух поступает в **носоглотку** — воронкообразную полость, которая сообщается с полостью носа и через отверстия евстахиевых труб соединяется с полостью среднего уха. Носоглотка выполняет функцию проведения воздуха.

Обильное кровоснабжение слизистой носовой полости согревает поступающий воздух

Гортань

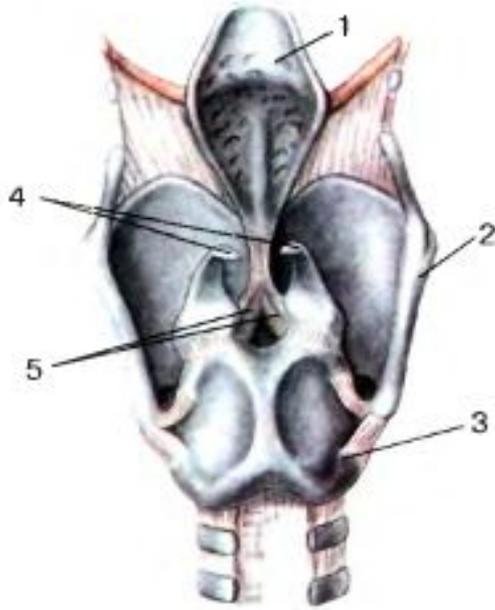
полый орган, стенки которого **образованы хрящами** (парными и непарными), которые соединяются подвижно связками, суставами и мышцами.

Непарные хрящи — щитовидный (самый крупный, с выступом у мужчин, образующим кадык), перстневидный и надгортанник.

Парные хрящи — черпаловидные, рожковидные и клиновидные. Сочленены между собой, что обуславливает подвижность гортани и ее участие в образовании звуков голоса.

Надгортанник расположен над входом в гортань и прикрывает ее в момент глотания.

К щитовидному и черпаловидным хрящам крепятся **голосовые связки**. Их 2 пары, но в голосообразовании участвует только нижняя пара



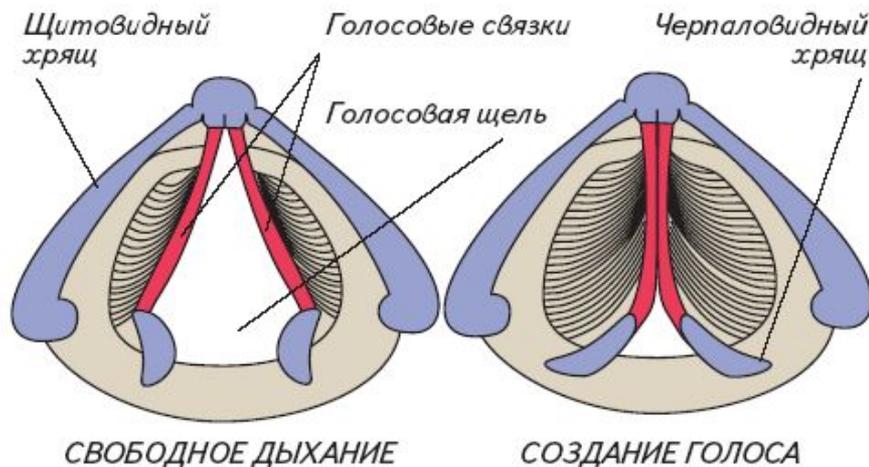
1. Надгортанник
2. Щитовидный хрящ
3. Перстневидный хрящ
4. Черпаловидные хрящи
5. Голосовые связки

Гортань и голосообразование

Между щитовидным хрящом (спереди) и черпаловидными хрящами (сзади) натянуты **ГОЛОСОВЫЕ СВЯЗКИ**. Голосовых связок 2 пары, но в образовании голоса участвуют только нижние

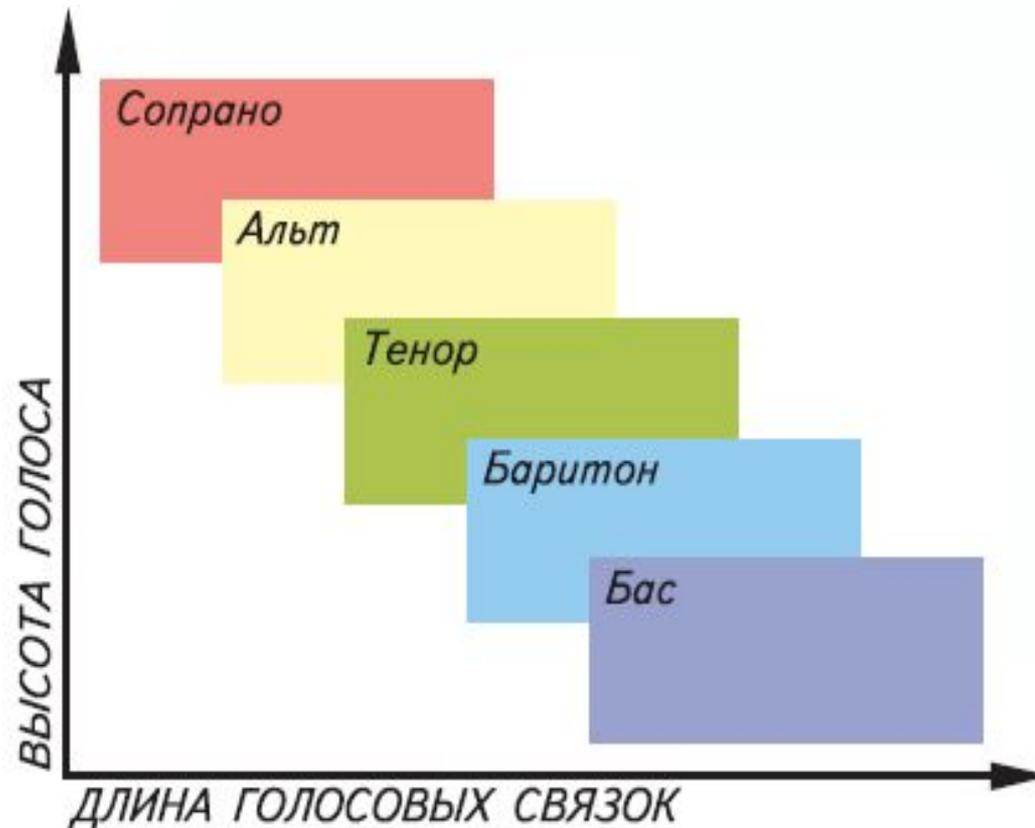
Степень их натяжения зависит от особых мышц, прикрепляющихся к хрящам гортани. Между голосовыми связками находится **ГОЛОСОВАЯ ЩЕЛЬ**. Одни из мышц гортани при сокращении суживают эту щель, а другие ее расширяют.

Звук голоса возникает в результате колебания голосовых связок при выдыхании воздуха. Громкость голоса зависит от амплитуды (размаха) колебаний голосовых связок, высота — от длины и степени их натяжения. Тембр звука зависит от резонирующих полостей (верхней части гортани, глотки, полостей рта и носа)



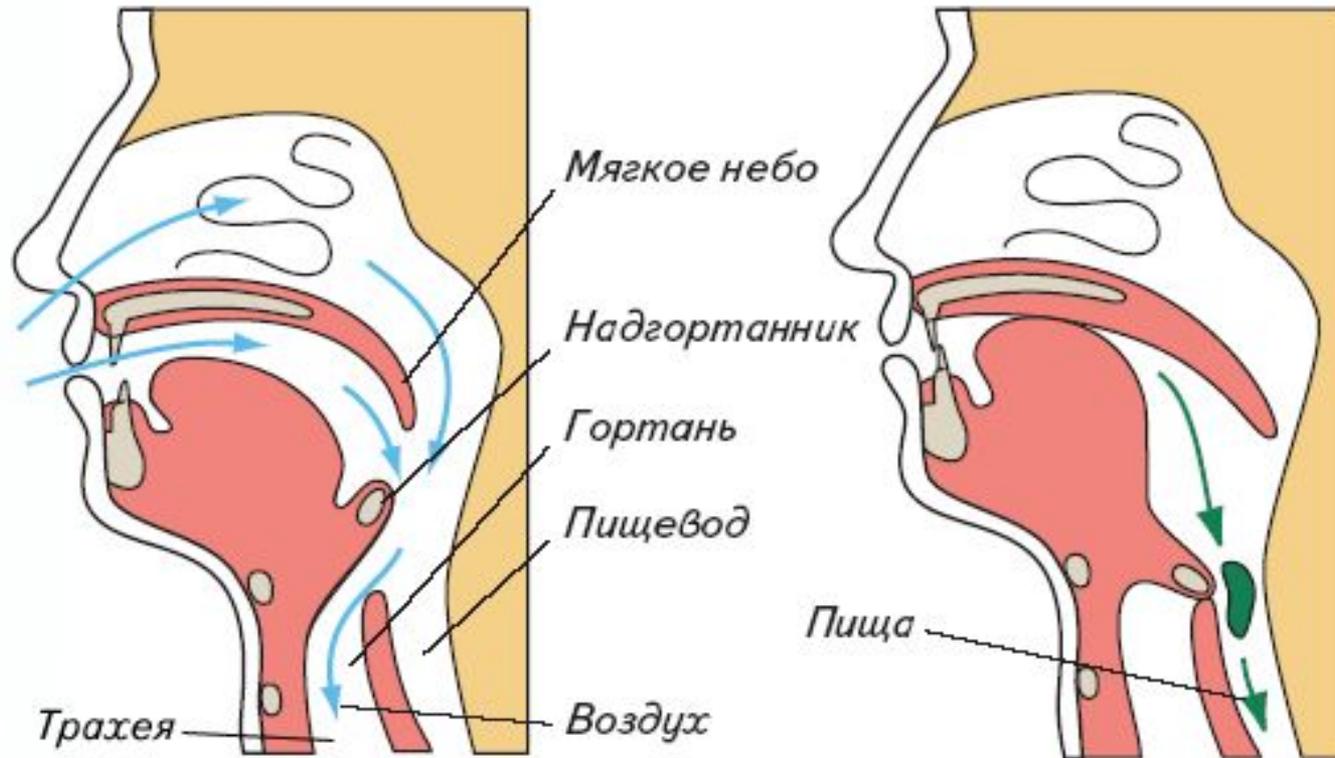
При создании голоса мышцы гортани сокращаются и голосовые связки натягиваются. На выдохе струя воздуха прорывается через закрытую голосовую щель и возникают звуковые колебания — голос.

Тембр голоса



Высота голоса (частота звуковых колебаний) зависит от степени напряжения и от длины голосовых связок. У мужчин гортань крупнее (образует «кадык»), голосовые связки длиннее и голос ниже. **Чем длиннее голосовые связки, тем ниже голос.**

Гортань отделяет пищеварительный путь от дыхательного при глотании



При проглатывании пищи гортань приподнимается, а надгортанник опускается, закрывая вход в гортань.

Мягкое небо в этот момент перекрывает путь в носовую полость. В этот момент происходит задержка дыхания

Трахея и бронхи

Гортань продолжается в трахею - трубку длиной 10—15 см у взрослых.

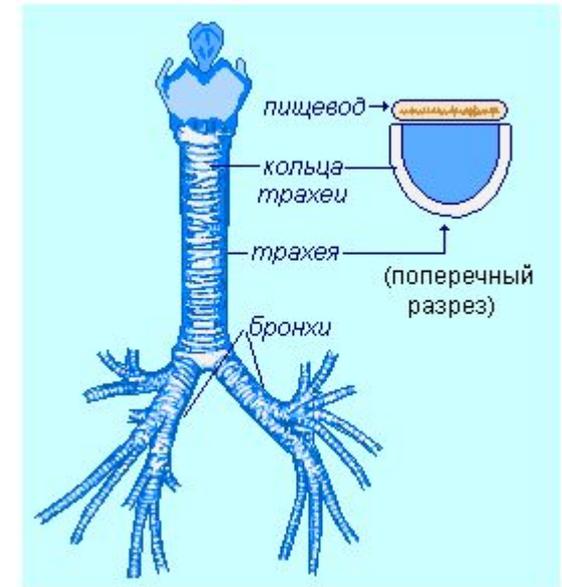
Скелет трахеи состоит из 16— 20 хрящевых полуколец, препятствующих спадению ее стенок.

Хрящевые полукольца связаны между собой эластичной соединительной тканью.

Мягкая задняя стенка трахеи из соединительной ткани сращена со стенкой пищевода. Отсутствие в ней хрящевой ткани не препятствует прохождению пищевого комка по пищеводу.

На уровне IV-V грудного позвонка трахея делится на правый и левый бронхи. Оба бронха по строению напоминают трахею, но **образованы хрящевыми кольцами**, препятствующими спадению их стенок.

Место разветвления трахеи называется **бифуркацией**



Бронхиальное дерево и легкие

Главные бронхи входят в легкие.

В легких бронхи ветвятся, образуя бронхиальное дерево. Самые тонкие веточки называются **бронхиолами**. В их стенках хрящевого скелета нет. Каждая бронхиола заканчивается тонкостенным мешочком – **дыхательной альвеолой**. Стенки альвеол оплетены густой сетью капилляров малого круга кровообращения и состоят из одного слоя эпителиальных клеток.

Легкие – это парный орган, занимающий почти всю полость грудной клетки, за исключением небольшого участка — средостения, в котором расположены сердце, пищевод, крупные кровеносные сосуды, грудной лимфатический проток, трахея, вилочковая железа, крупные нервы.

Легкие состоят из бронхиального дерева и огромного количества альвеол, образующих губчатую массу. Каждое легкое имеет форму усеченного конуса, расширенной частью прилегающего к диафрагме. Верхушки легких выходят за ключицы в область шеи и расположены выше их уровня на 2—3 см.

Правое легкое несколько больше левого и состоит из трех долей, в левом легком две доли и имеется сердечная вырезка — место прилегания сердца. Соответственно объем правого легкого больше объема левого.

Легкие

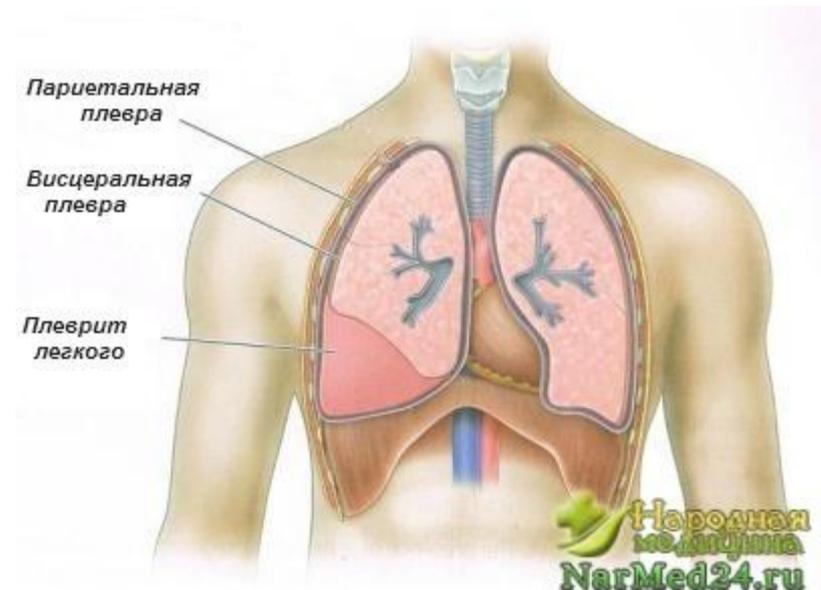
Снаружи легкие покрыты оболочкой — **плеврой**, имеющей два листка:

Легочный (висцеральный)

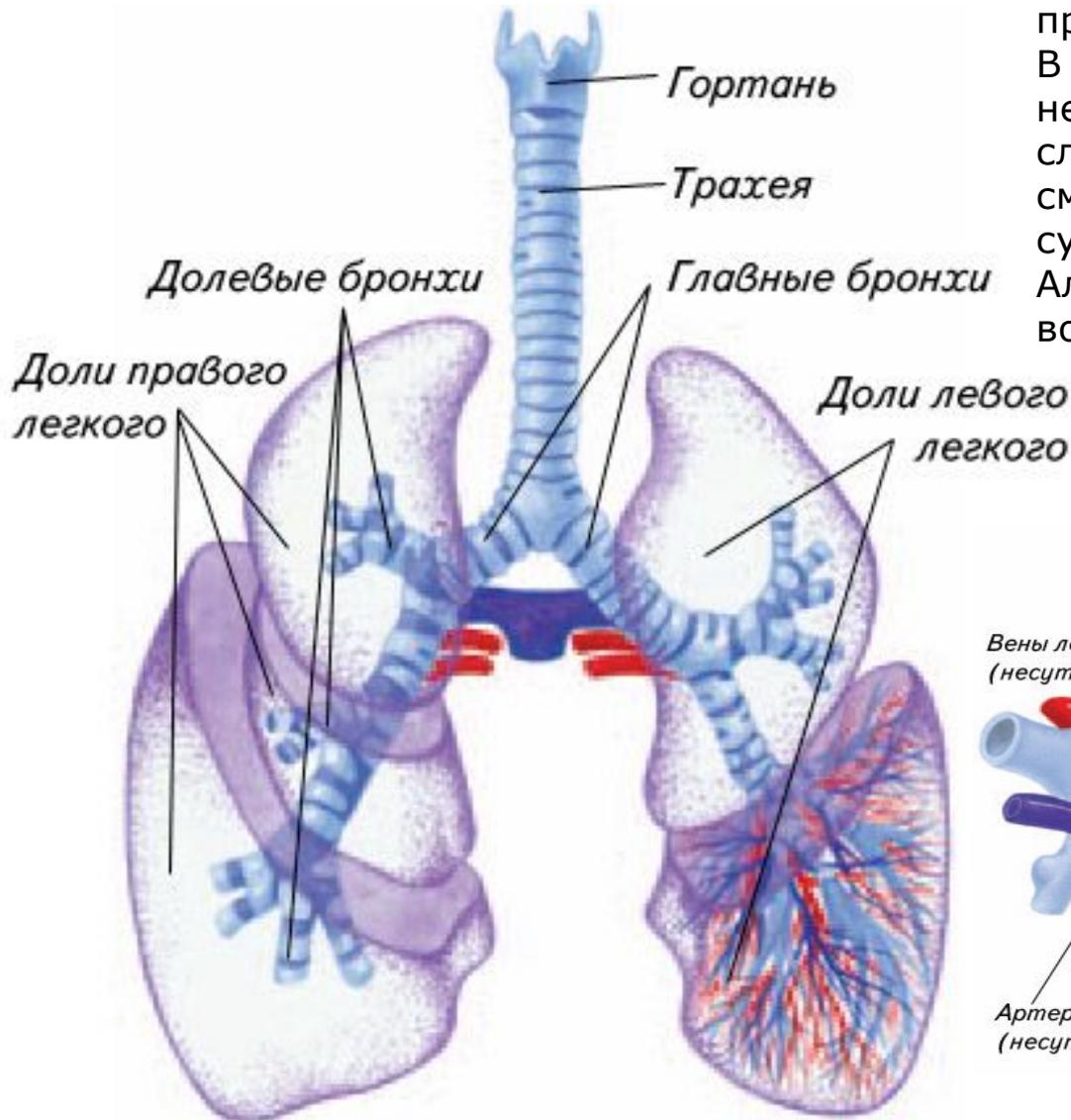
Пристеночный (париетальный).

Между ними находится замкнутая полость — **плевральная полость** с небольшим количеством серозной (плевральной) жидкости, которая облегчает скольжение одного листка по другому при дыхательных движениях.

В полости плевры воздух отсутствует. **Давление в ней всегда отрицательное** — ниже атмосферного.



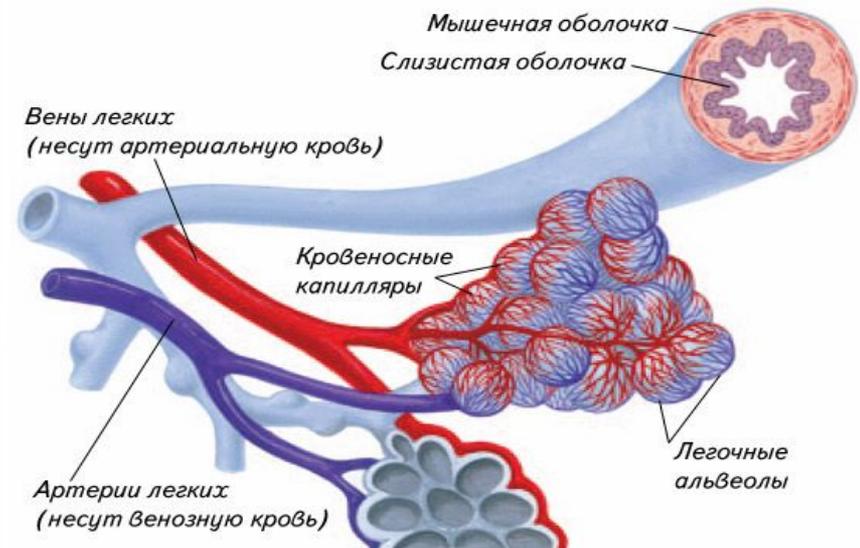
Легкие



Клетки мышечной оболочки регулируют просвет бронхов.

В легочных альвеолах мышечных клеток нет, они образованы только одним слоем эпителиальных клеток, смазанных изнутри альвеолы сурфактантом.

Альвеола - место газообмена между воздухом и кровью.



СУРФАКТАНТ

Сурфактант - вещество, покрывающее внутреннюю поверхность альвеол.

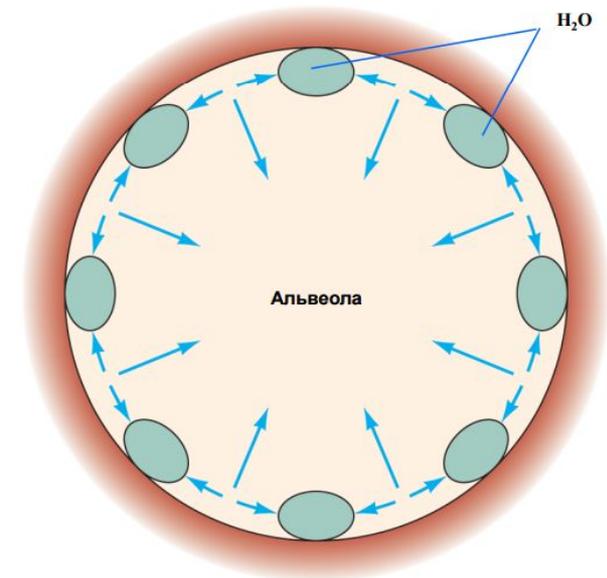
Сурфактант имеет низкое поверхностное натяжение и стабилизирует состояние альвеол:

при вдохе защищает от перерастяжения

при выдохе защищает от спадения (молекулы сурфактанта расположены близко друг к другу, что сопровождается снижением величины поверхностного натяжения).

Функции сурфактанта:

1. Расправление легкого при первом вдохе новорожденного
2. Регулирует скорость поглощения кислорода и интенсивность испарения воды в альвеолах
3. Очищает поверхность альвеол от попавших с дыханием инородных частиц и обладает бактериостатической активностью

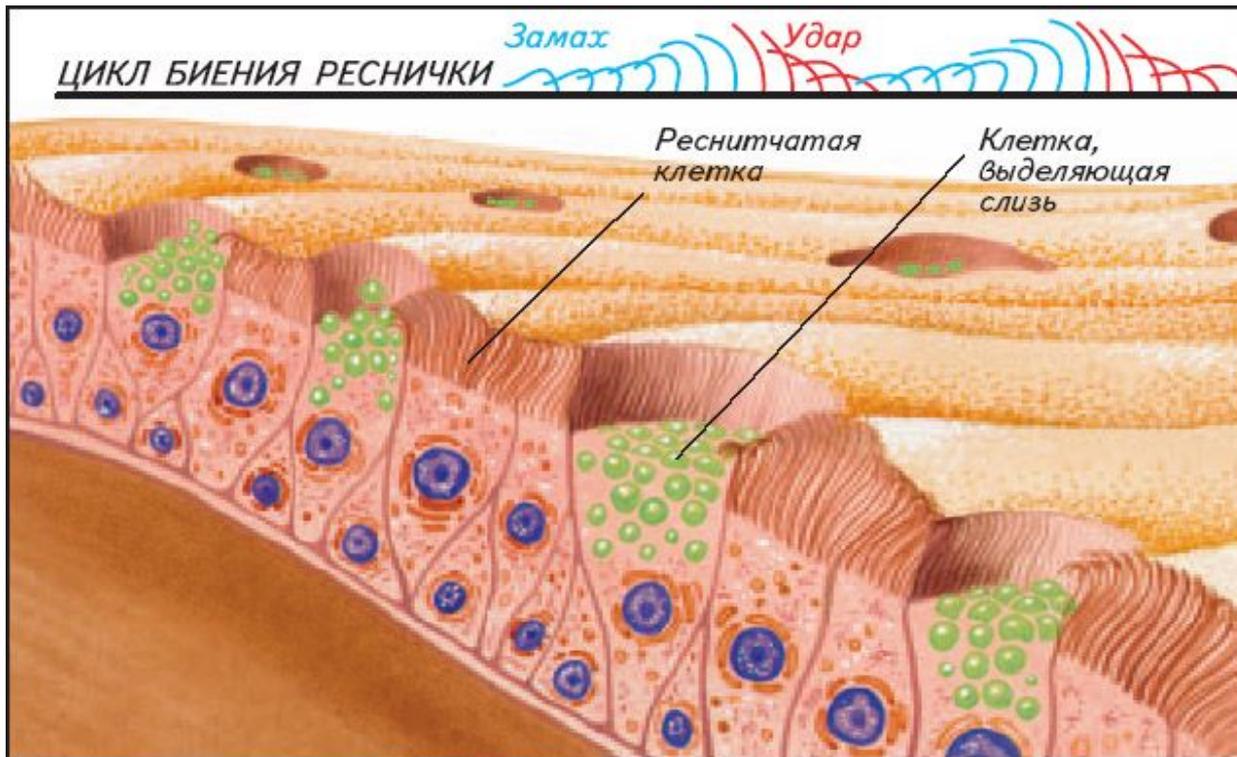


Мерцательный эпителий в дыхательных путях

Носовая полость, трахея и бронхи выстланы **мерцательным эпителием** и содержат много железок, выделяющих слизь.

Слизь увлажняет воздух и обладает бактерицидным действием. В ней также содержатся антитела, а в слизистой – клетки иммунной системы.

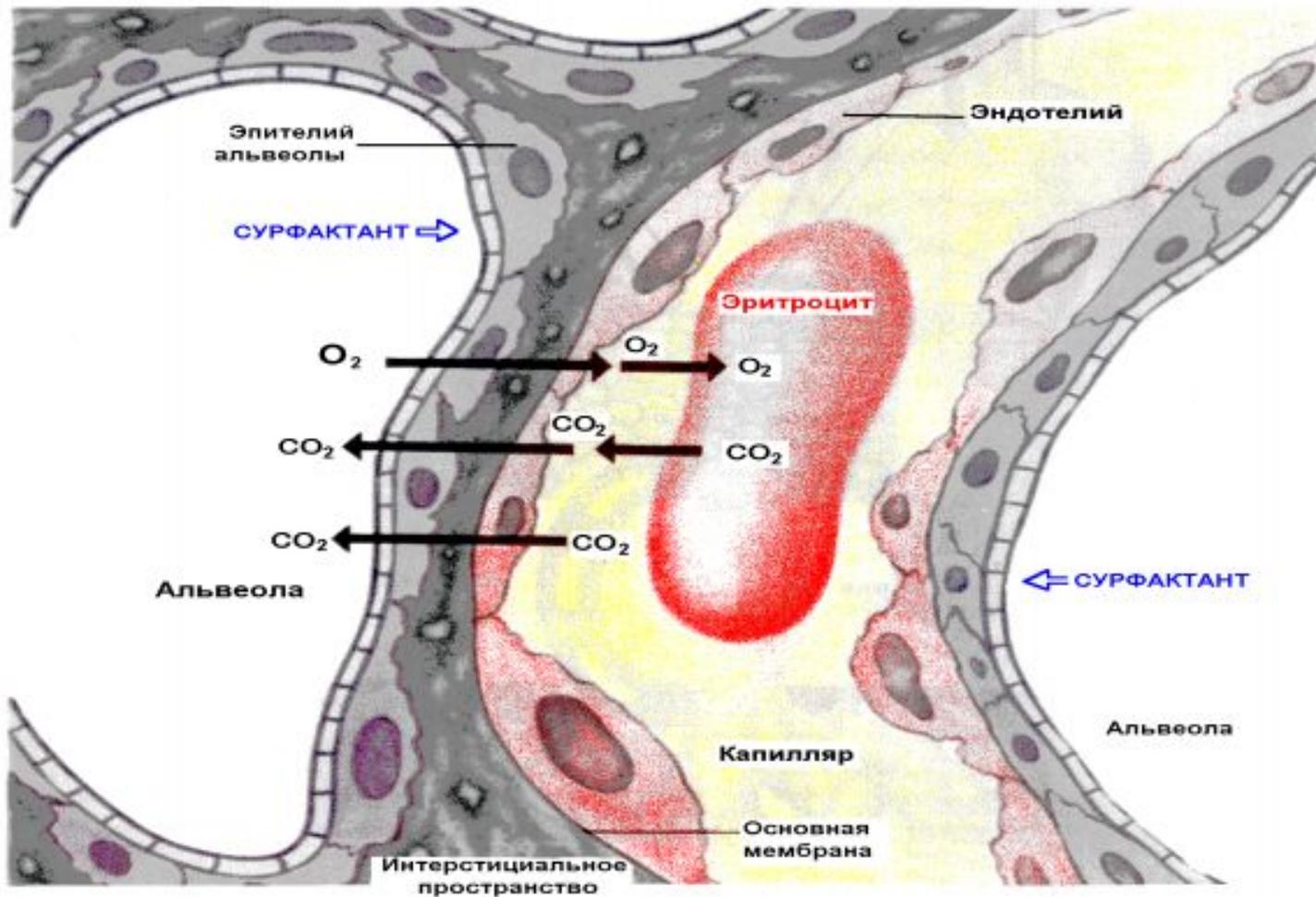
Биение ресничек мерцательного эпителия выгоняет слизь из воздухоносных путей наружу от легких.



Дыхательная система

ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ

АЭРОГЕМАТИЧЕСКИЙ БАРЬЕР



Газообмен в альвеолах

Стенки альвеол оплетены густой сетью капилляров малого круга кровообращения.

Границей между кровью, движущейся по этим капиллярам, и воздухом, находящимся в альвеолах, служат два слоя клеток (**аэрогематический барьер**):

1. клетки эпителия **альвеол**
2. клетки эпителия **капилляров**.

Если бы можно было расправить все альвеолы легких человека на одной плоскости, то получилась бы поверхность, равная примерно 100 м^2 . Так как стенки альвеол растяжимы, при глубоком дыхании вся поверхность увеличивается примерно в два раза. Это обеспечивает усиление газообмена.

Газообмен в альвеолах происходит по принципу **ДИФФУЗИИ** – газы поступают в область с наименьшей концентрацией, то есть кислород переходит из альвеол в капилляры, а углекислый газ – из капилляров в альвеолы

Анатомически «мертвое» пространство

Воздух, находящийся в воздухоносных путях, не участвует в газообмене, поэтому просвет воздухоносных путей называется **«мертвым» пространством.**

Объем анатомического мертвого пространства около 150 мл.

Хотя в воздухоносных путях не происходит газообмена, они необходимы для нормального дыхания, так как в них происходит увлажнение, согревание, очищение от пыли и микроорганизмов вдыхаемого воздуха (кашель и чихание - защитные дыхательные рефлексы)

Кислород к тканям переносится красными клетками крови - эритроцитами

Гемоглобин – специальный транспортный белок эритроцитов, связывающий и переносящий дыхательные газы.

Нормальные формы гемоглобина:

Оксигемоглобин (HbO_2) – гемоглобин, связавший кислород (полностью насыщенная молекула гемоглобина переносит 4 молекулы кислорода $\text{Hb} + 4\text{O}_2 = \text{HbO}_8$)

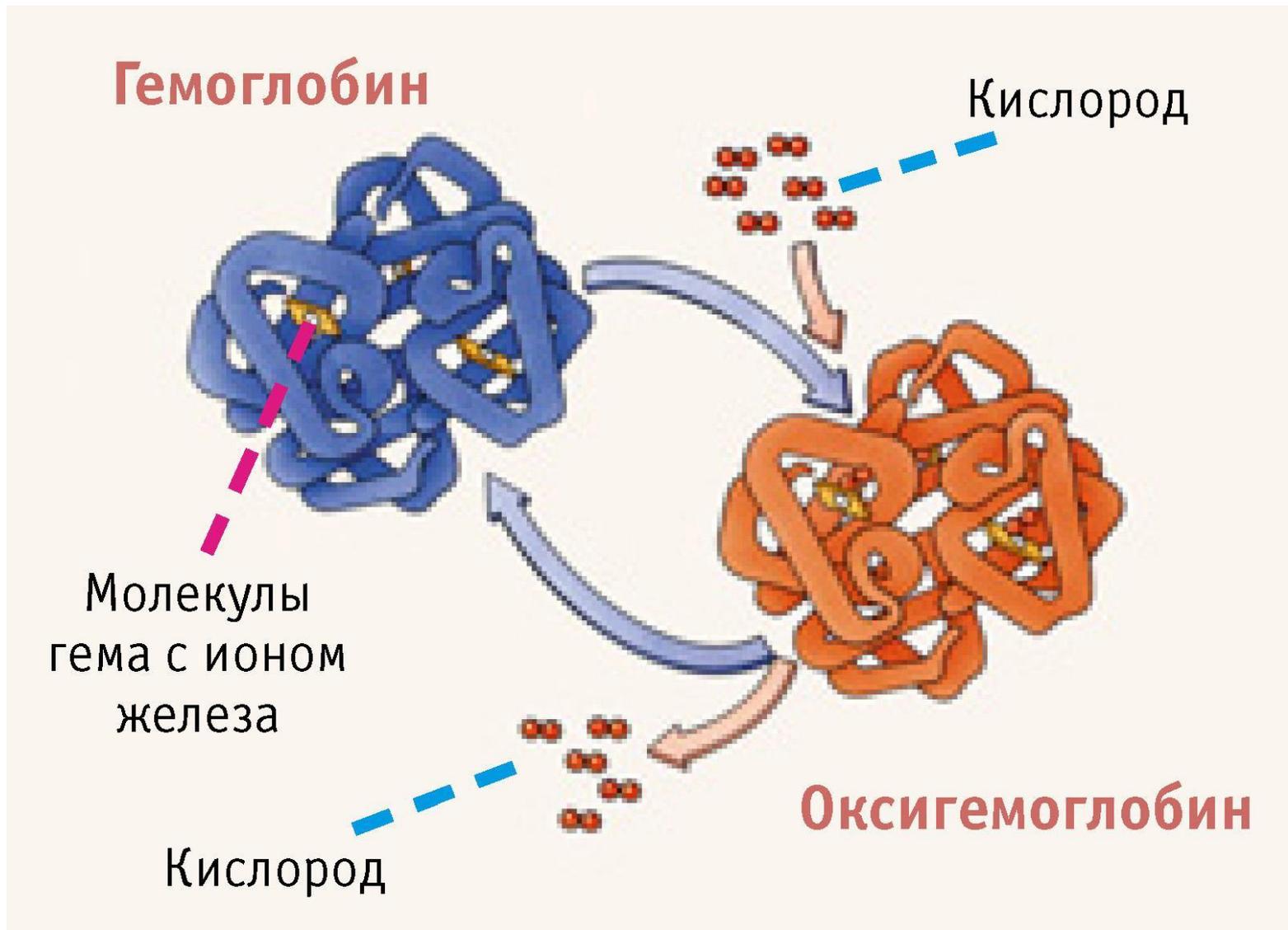
Карбгемоглобин (HbCO_2) - гемоглобин, связавший углекислый газ

Дезоксигемоглобин (HbH) - гемоглобин, отдавший кислород тканям

Патологические формы гемоглобина:

Карбоксигемоглобин (HbCO) образуется при отравлении угарным газом (CO) , при этом гемоглобин теряет способность при соединять кислород;

Метгемоглобин (HbMet) - образуется под действием нитритов, нитратов и некоторых лекарственных препаратов.



Насыщенная кислородом молекула гемоглобина придает крови алый цвет (артериальная кровь). Углекислый газ, напротив, делает кровь темной (венозная). Углекислый газ к лёгким переносится не только эритроцитами, но и в растворенном состоянии и в виде бикарбонатов.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

МЕХАНИЗМ ВДОХА И ВЫДОХА

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Легкие сами по себе **не способны к активной вентиляции** альвеолярного воздуха.

Легкие вентилируются, **пассивно следуя за изменением объема грудной полости** (давление в плевральной полости ниже, чем в легких, поэтому они расправлены и прижаты к стенкам грудной полости)

ДЫХАТЕЛЬНЫЕ МЫШЦЫ

Различают **ОСНОВНЫЕ** и **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ** дыхательные (РЕСПИРАТОРНЫЕ) мышцы

К **основным** относят **диафрагму** и **межреберные мышцы**, обеспечивающие вентиляцию легких в физиологических условиях.

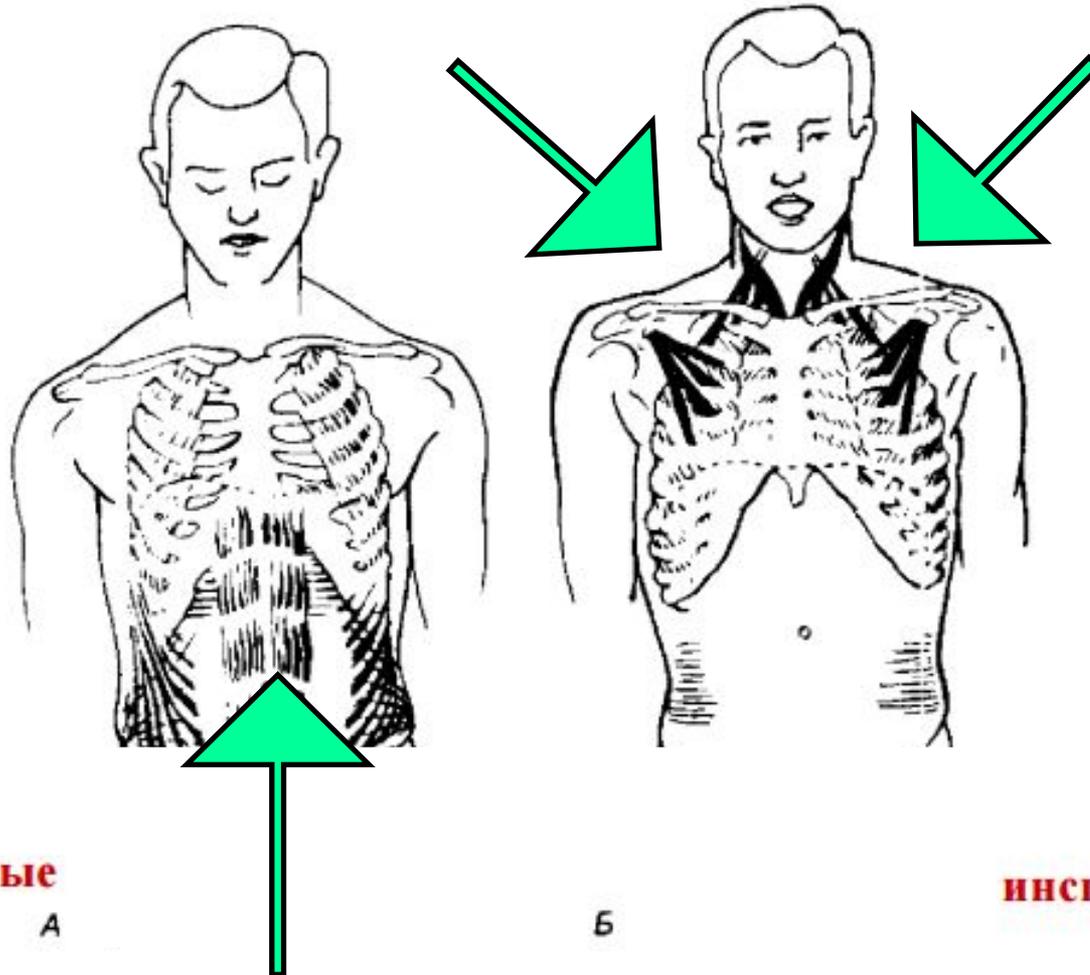
К **вспомогательным** относятся **мышцы шеи, часть мышц верхнего плечевого пояса, мышцы брюшного пресса**, принимающие участие в форсированном вдохе или выдохе в обстоятельствах, затрудняющих вентиляцию легких.

Различают также **ИНСПИРАТОРНЫЕ** и **ЭКСПИРАТОРНЫЕ** дыхательные мышцы

Мышцы, сокращение которых приводит к увеличению объема грудной полости, **инспираторные**

Мышцы, сокращение которых приводит к уменьшению объема грудной полости **экспираторные**.

Вспомогательные дыхательные мышцы



эксираторные

A

B

инспираторные

ВДОХ

Вдох начинается с сокращения дыхательных инспираторных мышц.

Основная инспираторная мышца – куполообразная диафрагма.

При сокращении диафрагмы купол её уплощается, внутренние органы оттесняются вниз, происходит увеличение объема грудной полости в вертикальном направлении.

Сокращение **межреберных мышц** приводит к подъёму рёбер и увеличению объема грудной полости вперёд и вверх.

При увеличении объема грудной клетки пристеночный листок плевры легкого последует за грудной клеткой, легочный листок последует за пристеночным.

Это приводит к возрастанию отрицательного давления в плевральной полости и к увеличению объема легких, что сопровождается снижением в них давления, оно становится ниже атмосферного и воздух начинает поступать в легкие - происходит вдох.



ВЫДОХ

При спокойном дыхании **вдох** осуществляется **активно**, а **выдох пассивно**.

Силы, обеспечивающие спокойный выдох:

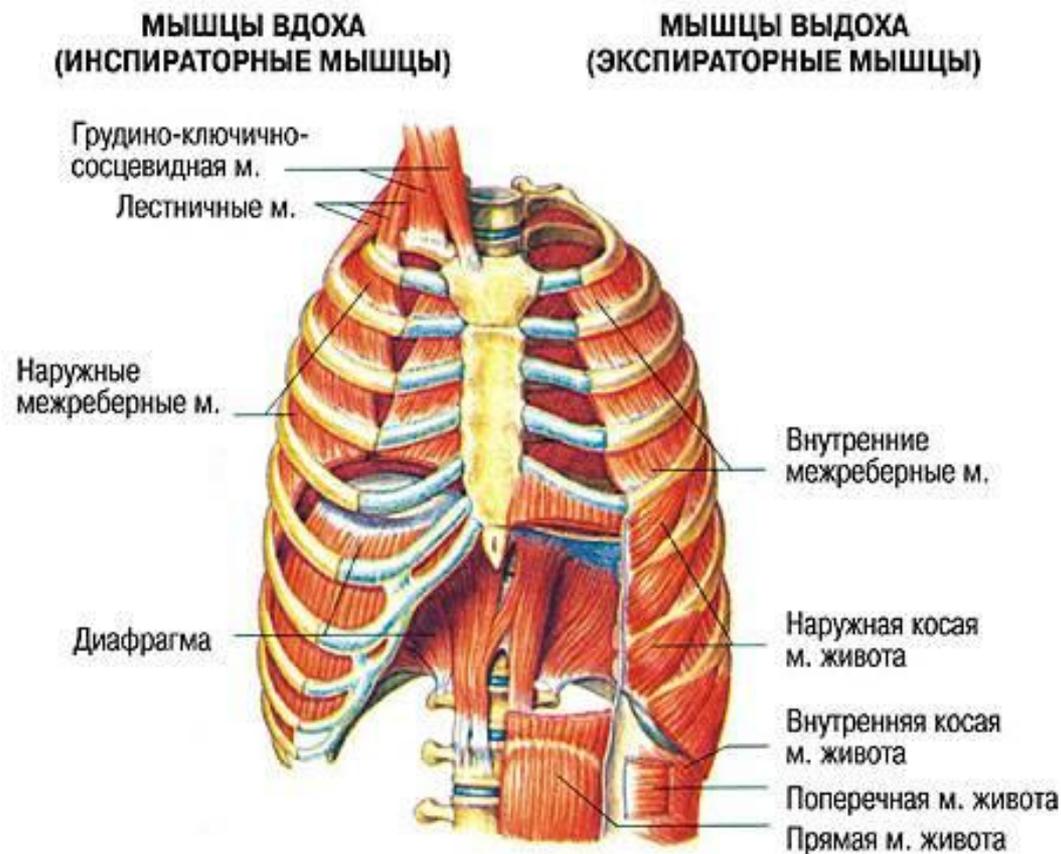
- сила тяжести грудной клетки
- Расслабление и возвращение куполообразной формы диафрагмы
- давление органов брюшной полости
- эластическая тяга перекрученных во время вдоха реберных хрящей.

Форсированный (глубокий) ВДОХ И ВЫДОХ.

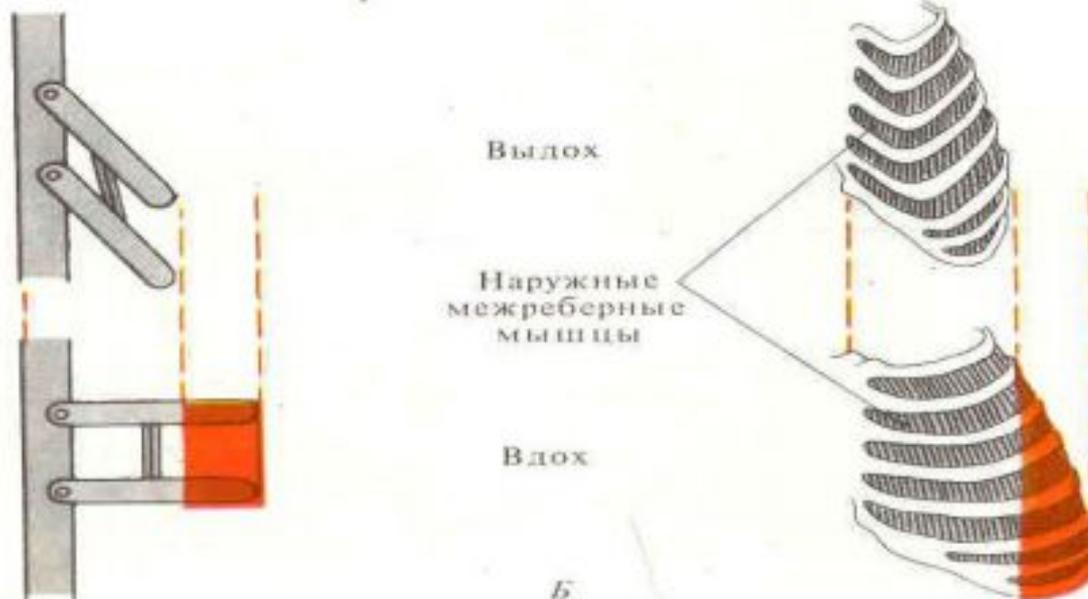
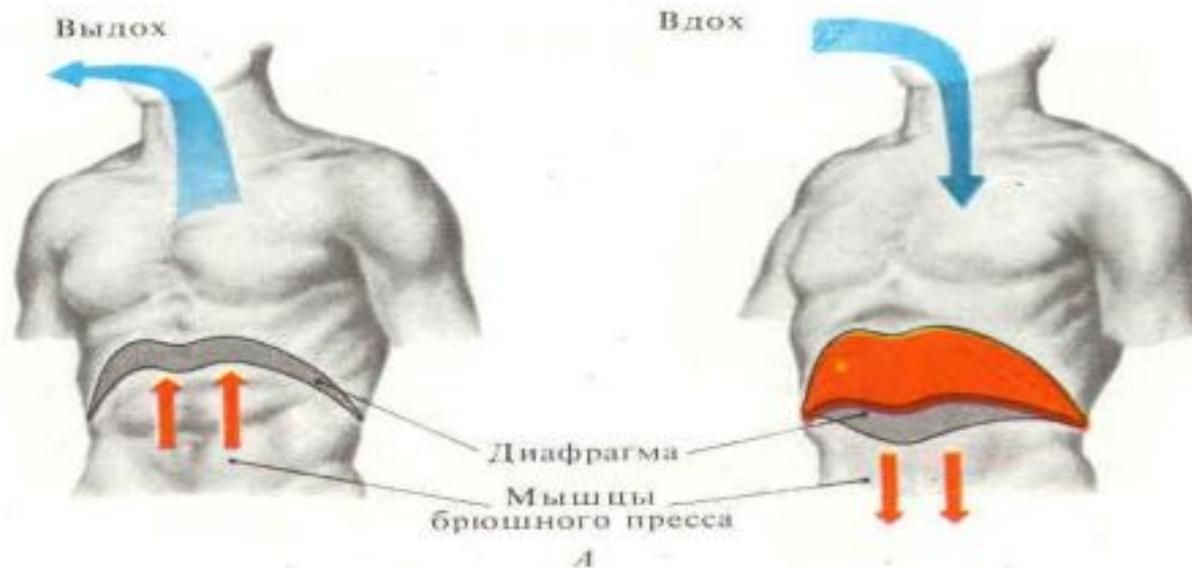
**Осуществляются
осознанно**

При глубоком дыхании в акте вдоха участвуют ряд **вспомогательных дыхательных мышц**: мышцы шеи, груди, спины. Сокращение этих мышц вызывает перемещение ребер, что оказывает содействие инспираторным мышцам.

Сокращение мышц экспираторных мышц брюшного пресса способствует форсированному выдоху



Механизм дыхательных движений



Типы дыхания:

Диафрагмальный (брюшной)	Изменение объема грудной полости достигается в основном за счёт движения диафрагмы. Преобладает у мужчин.
Рёберный (грудной)	Большой вклад в изменение объема грудной полости вносят сокращения межреберных мышц. Преобладает у женщин, обеспечивает вентиляцию лёгких при беременности
Смешанный (грудно-брюшной)	В изменении объёма грудной полости в равной степени участвуют и диафрагма, и межрёберные мышцы. Преобладает у детей

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ

Принцип регуляции

Отрицательная обратная связь

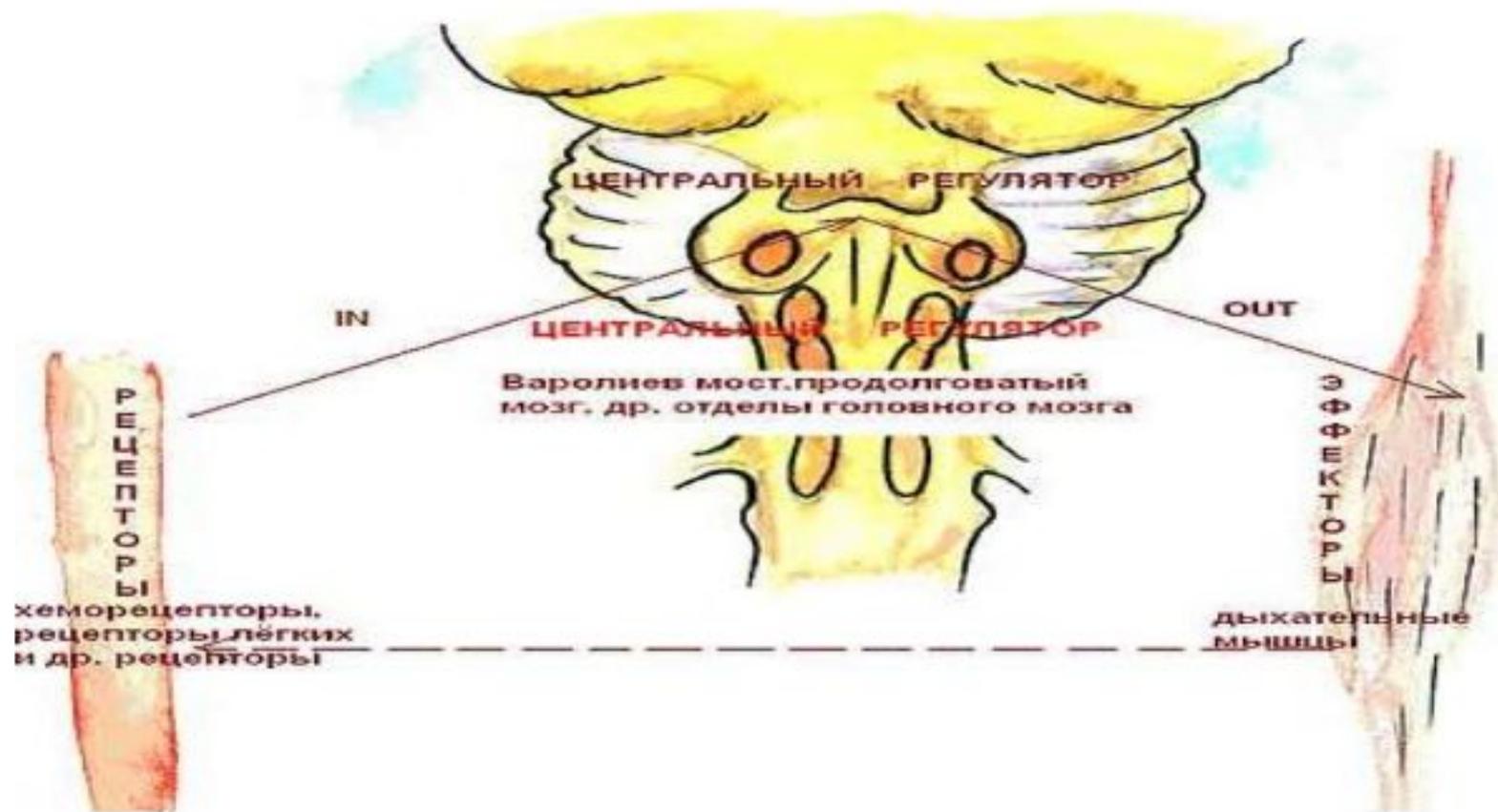
Организм осуществляет регулирование содержания кислорода и углекислого газа в крови регуляцией интенсивности дыхания, которая всегда направлена на **оптимизацию газового состава** внутренней среды организма.

Частота и глубина дыхания регулируется нервными и гуморальными механизмами.

Нервный механизм: работа дыхательного центра. В дыхательном центре, расположенном в продолговатом мозге, имеются центр вдоха и центр выдоха. Форсированный вдох и выдох контролируются центрами в переднем мозгу.

Гуморальный механизм: детекция уровня углекислого газа в крови.

Регуляция дыхания



Дыхательный центр

Дыхательный центр - совокупность взаимно связанных нейронов ЦНС, обеспечивающих координированную ритмическую деятельность дыхательных мышц и постоянное приспособление внешнего дыхания к изменяющимся условиям внутри организма и в окружающей среде

Автоматический дыхательный центр - совокупность нейронов специфических (дыхательных) ядер продолговатого мозга, способных генерировать дыхательный ритм.

Нервная регуляция

По мере увеличения объема легких возбуждаются рецепторы, расположенные в стенках легких, они посылают сигналы в **центр выдоха**

Этот центр подавляет активность **центра вдоха**, и дыхательные мышцы расслабляются, объем грудной полости уменьшается, и воздух из легких вытесняется наружу.

Центр вдоха посылает ритмические сигналы к мышцам груди и диафрагме, стимулируя их сокращение. Сокращение дыхательных мышц приводит к увеличению объема грудной полости, в результате чего воздух входит в легкие.



Гуморальная регуляция

Основное назначение регуляции внешнего дыхания заключается в поддержании оптимального газового состава артериальной крови – напряжения O_2 , CO_2

1. **Основной механизм гуморальной регуляции связан с измерением уровня углекислого газа.**

При физической нагрузке клетки организма начинают интенсивно использовать кислород и выделять много **углекислого газа**, из-за чего его концентрация в крови резко повышается, и это стимулирует дыхательный центр увеличивать частоту и глубину дыхания. Усиленная вентиляция легких приводит к снижению уровня CO_2 в крови

2. **Вспомогательным гуморальным механизмом является измерение хеморецепторами напряжения кислорода в крови.** В стенках крупных сосудов, отходящих от сердца, имеются специальные рецепторы, реагирующие на понижение уровня кислорода в крови. Эти рецепторы также стимулируют дыхательный центр, повышая интенсивность дыхания.

Принцип автоматической регуляции лежит в основе бессознательного управления дыханием, что позволяет сохранить правильную работу всех органов и систем независимо от условий, в которых находится организм человека

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Легочные объемы и емкости :

- При спокойном дыхании человек вдыхает и выдыхает около 500 мл воздуха - **дыхательный объем (ДО)**.
- После спокойного вдоха человек может еще максимально вдохнуть некоторое количество воздуха **резервный объем вдоха (РО вдоха)**, 2500-3000 мл.
- После спокойного выдоха можно еще максимально выдохнуть некоторое количество воздуха **резервный объем выдоха (РО выдоха)**, 1300-1500 мл.
- После максимально глубокого выдоха в легких остается некоторое количество воздуха **остаточный объем**, 1300 мл.

Количество воздуха, которое человек может максимально выдохнуть после самого глубокого вдоха называется **жизненной емкостью легких (ЖЕЛ)**.

Она складывается из:

$$\text{ДО} + \text{РО вдоха} + \text{РО выдоха} = 3500-4000 \text{ мл.}$$

Для измерения ЖЕЛ используют **спирометр**.

Легочные объемы и емкости

Легочные объемы:

1. Дыхательный объем (ДО) = 500 мл
2. Резервный объем вдоха ($PO_{\text{вдоха}}$) = 1500-2500 мл
3. Резервный объем выдоха ($PO_{\text{выдоха}}$) = 1000 мл
4. Остаточный объем (ОО) = 1000 - 1500 мл

Легочные емкости:

- общая емкость легких (ОЕЛ) = (1+2+3+4) = 4-6 литров
- жизненная емкость легких (ЖЕЛ) = (1+2+3) = 3,5-5 литров
- функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ) = (3+4) = 2-3 литра
- емкость вдоха (ЕВ) = (1+2) = 2-3 литра

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

БОЛЕЗНИ И ТРАВМЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ