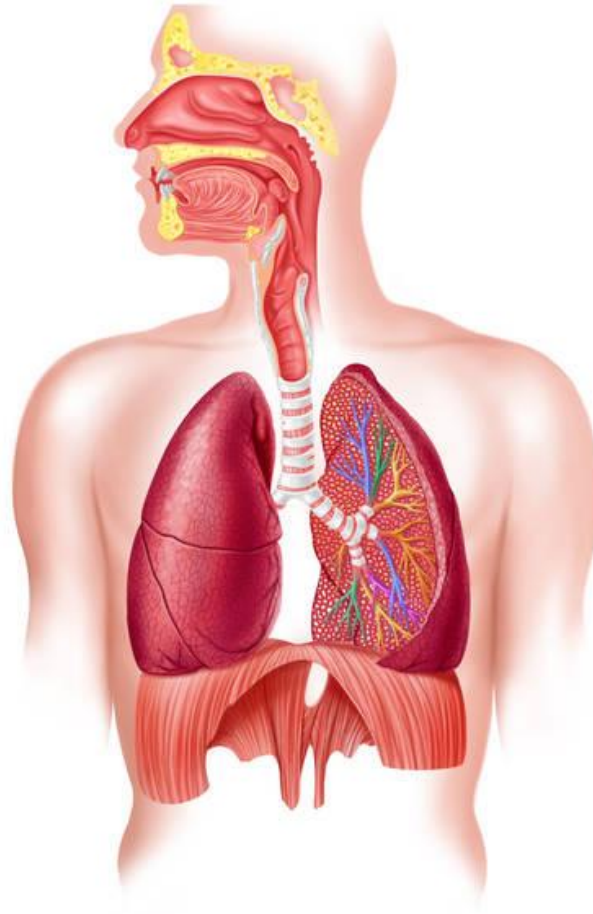


# ДЫХАНИЕ



ОРГАНЫ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

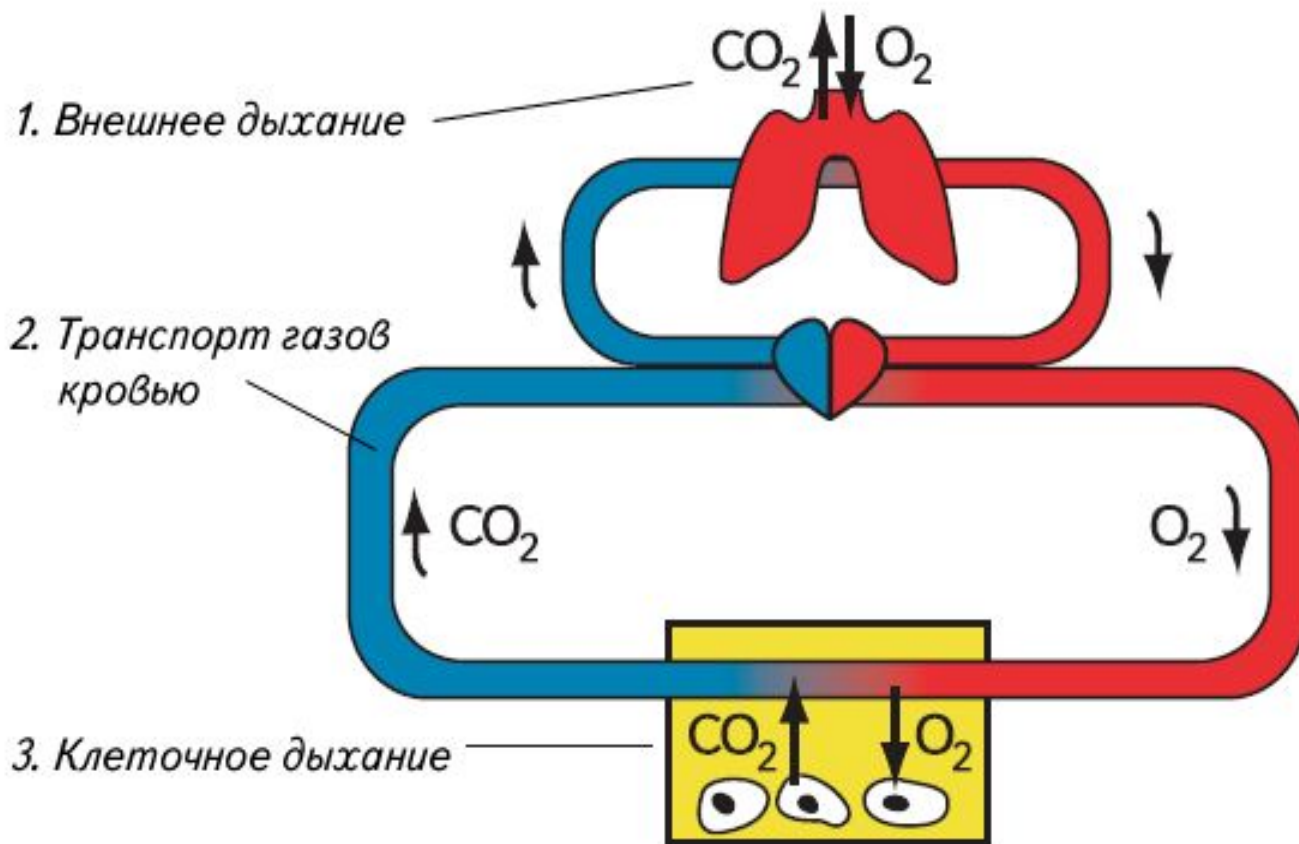
# ДЫХАНИЕ

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

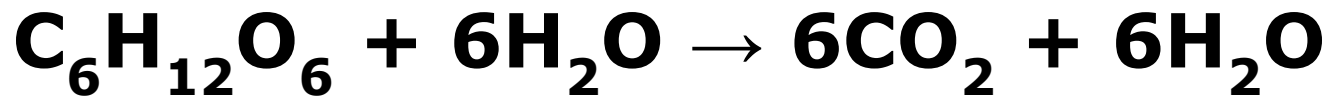
**Кровеносная система тесно связана с  
дыхательной**



<b>Легочное дыхание (внешнее)</b>	<b>Тканевое дыхание (клеточное)</b>
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  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  наружу

# ФУНКЦИИ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ:

газообмен

теплоотдача

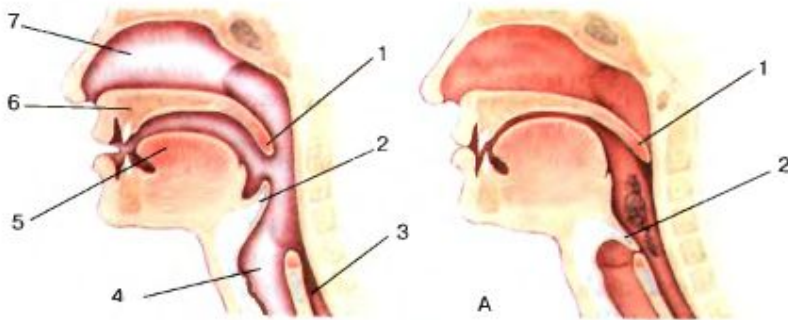
голособразование

Дыхательная система

# **СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

# ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

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

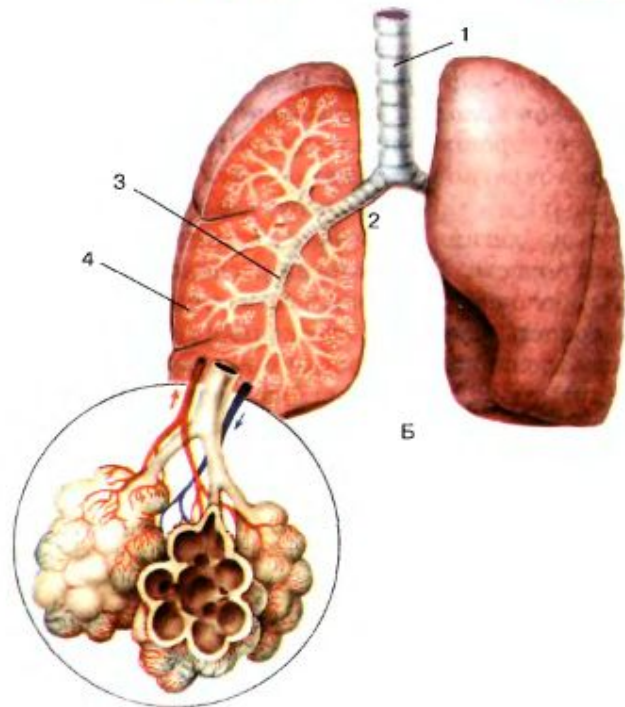


**А – верхние дыхательные пути**

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

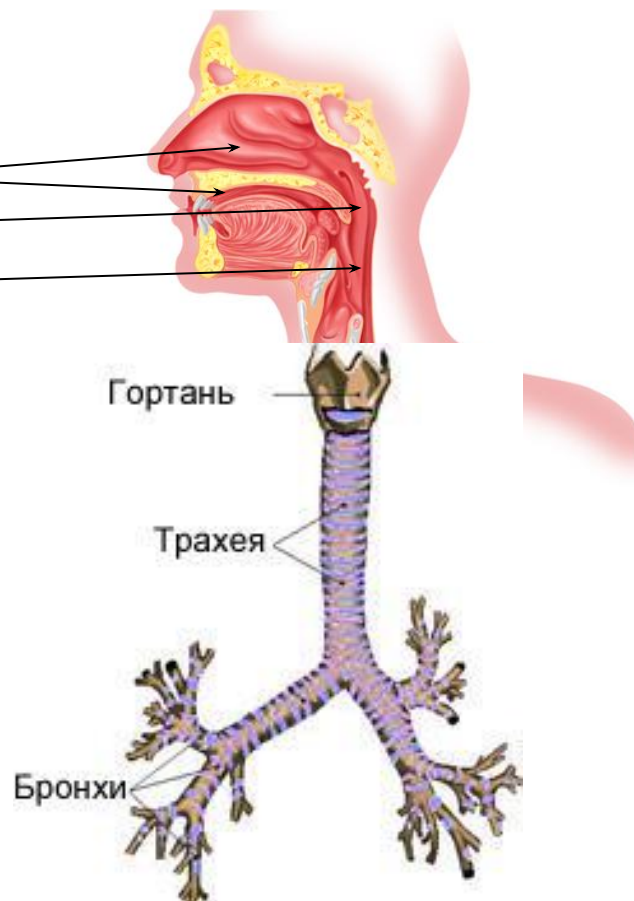
Глотка

## Нижние дыхательные пути:

Гортань

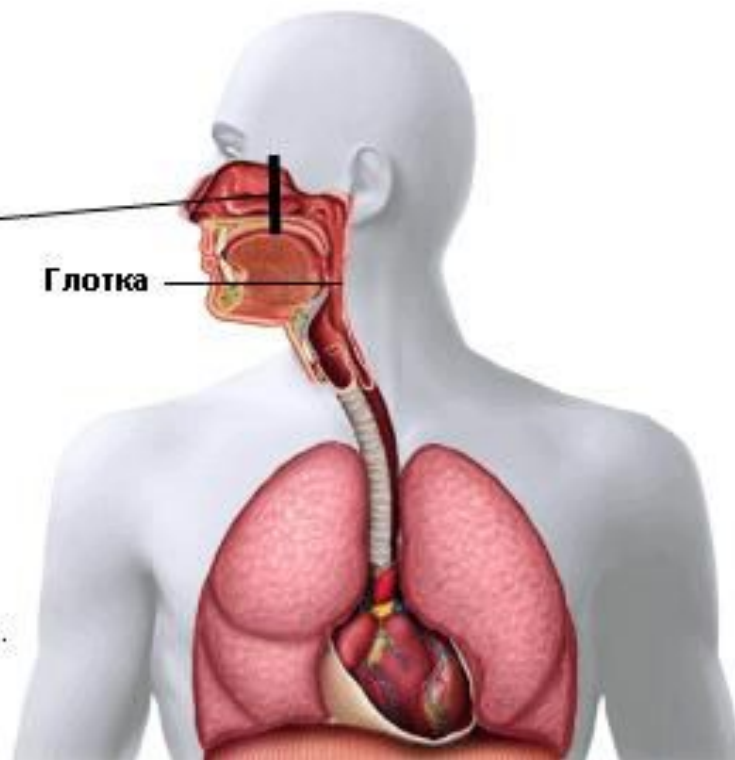
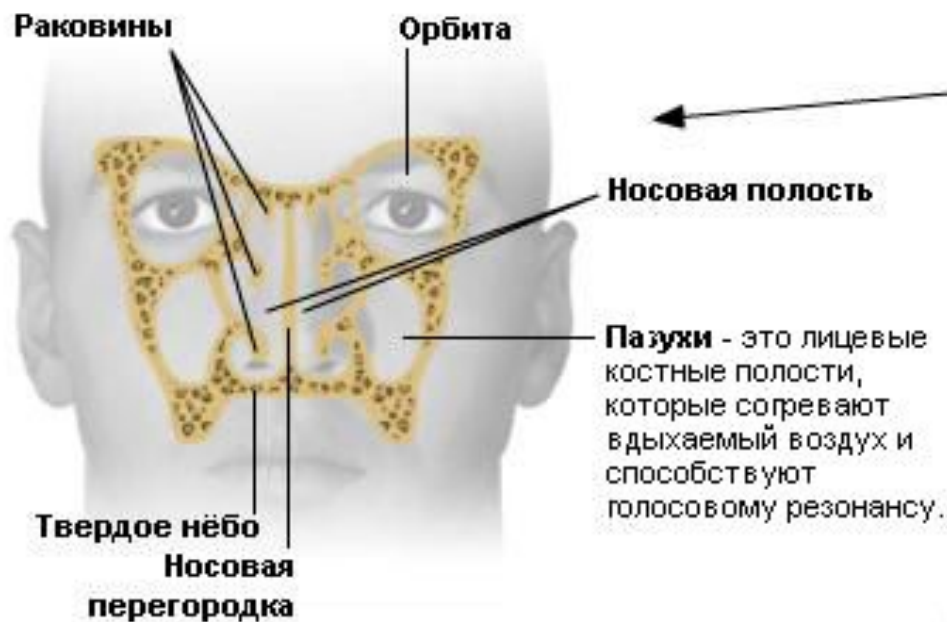
Трахея

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

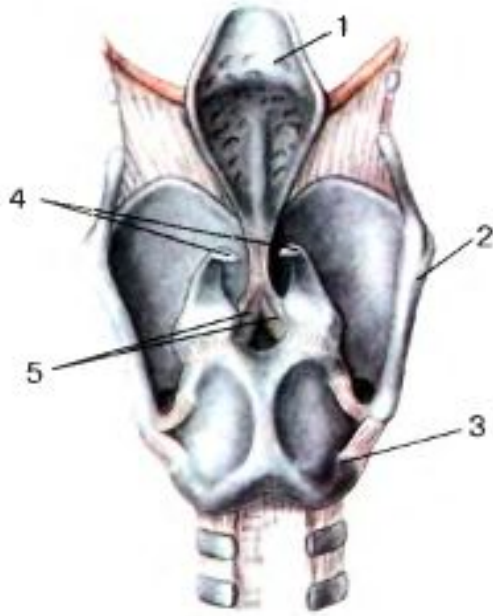
полый орган, стенки которого **образованы хрящами** (парными и непарными), которые соединяются подвижно связками, суставами и мышцами.

**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



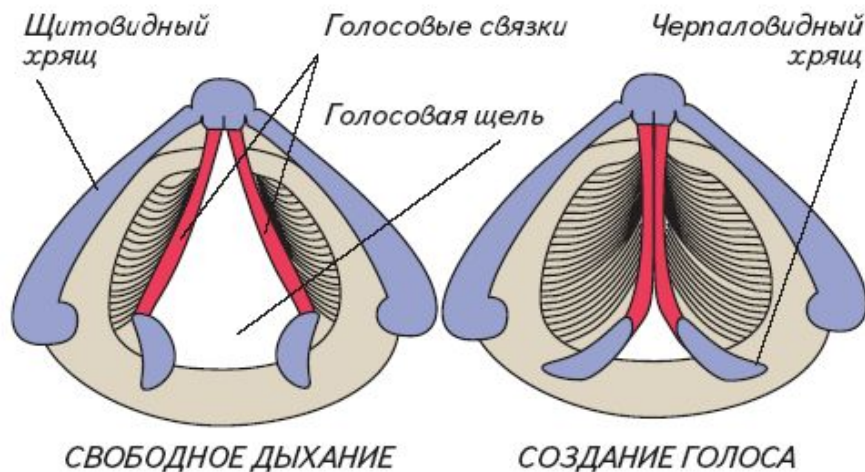
1. Надгортанник
2. Щитовидный хрящ
3. Перстневидный хрящ
4. Черпаловидные хрящи
5. Голосовые связки

# 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

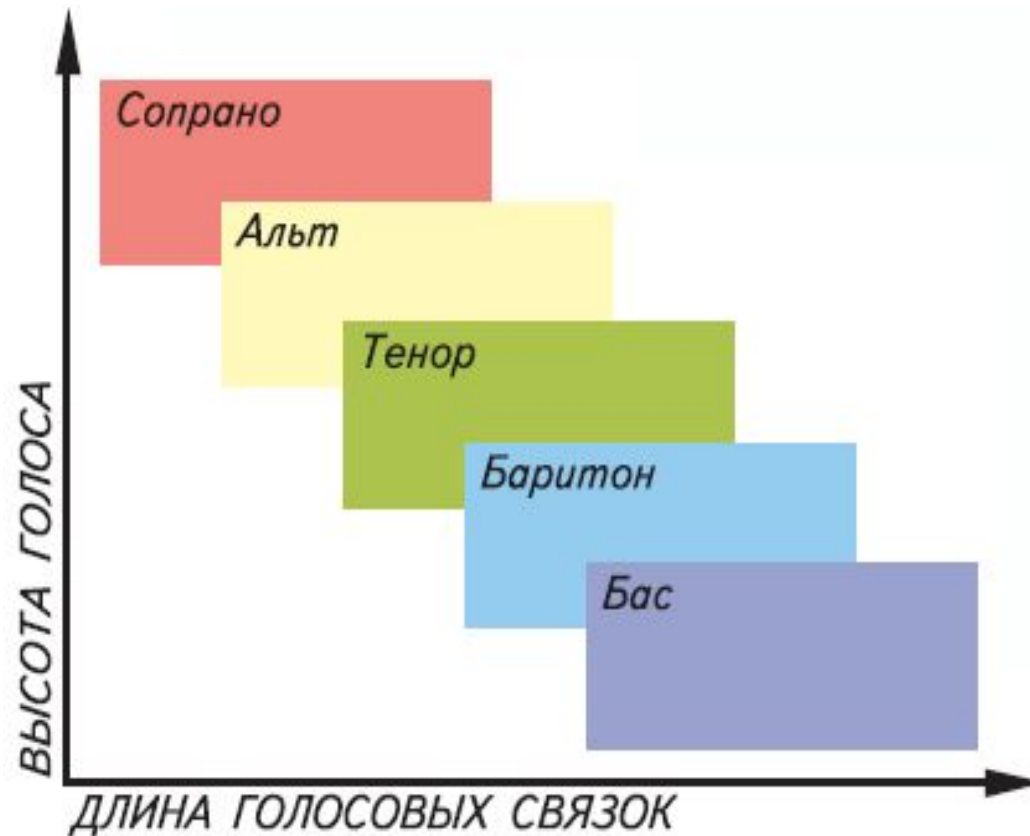
Степень их натяжения зависит от особых мышц, прикрепляющихся к хрящам гортани. Между голосовыми связками находится **ГОЛОСОВАЯ ЩЕЛЬ**. Одни из мышц гортани при сокращении суживают эту щель, а другие ее расширяют.

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)



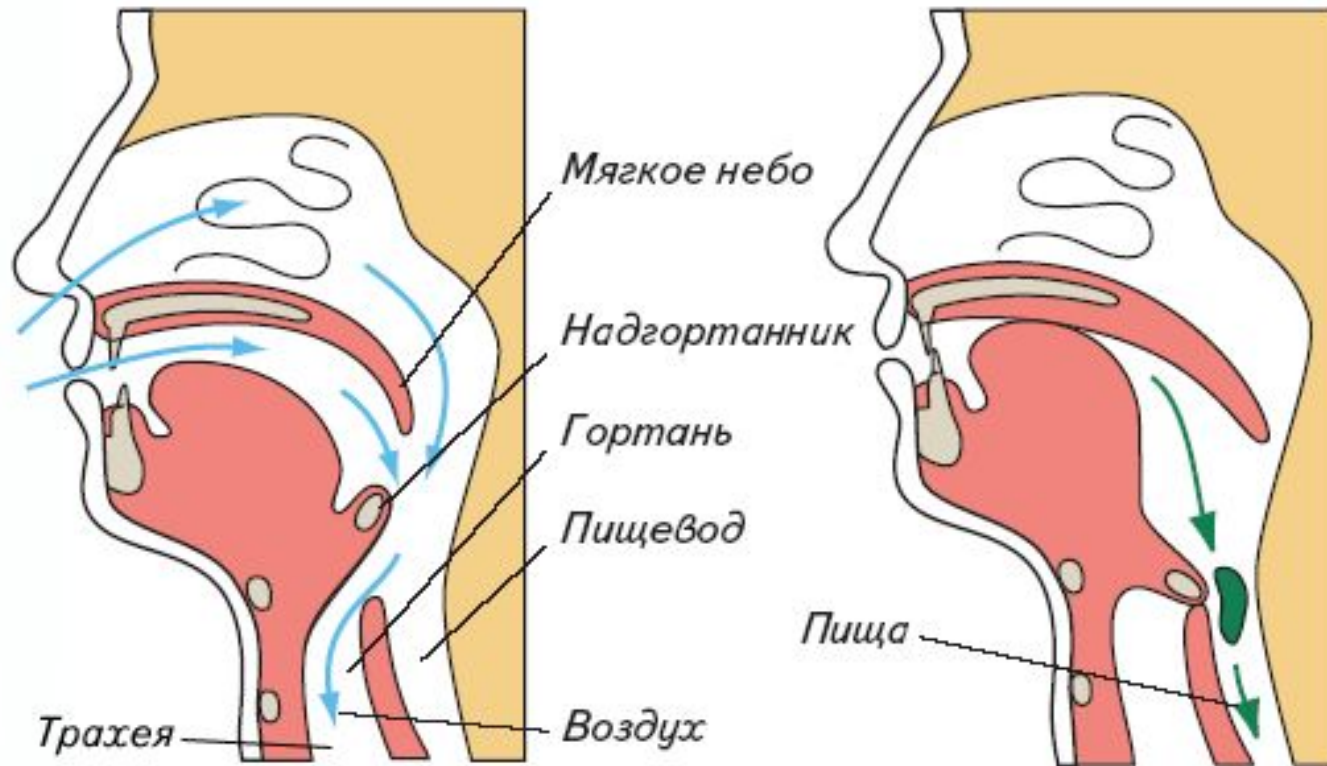
При создании голоса мышцы гортани сокращаются и голосовые связки натягиваются. На выдохе струя воздуха прорывается через закрытую голосовую щель и возникают звуковые колебания — голос.

# 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.

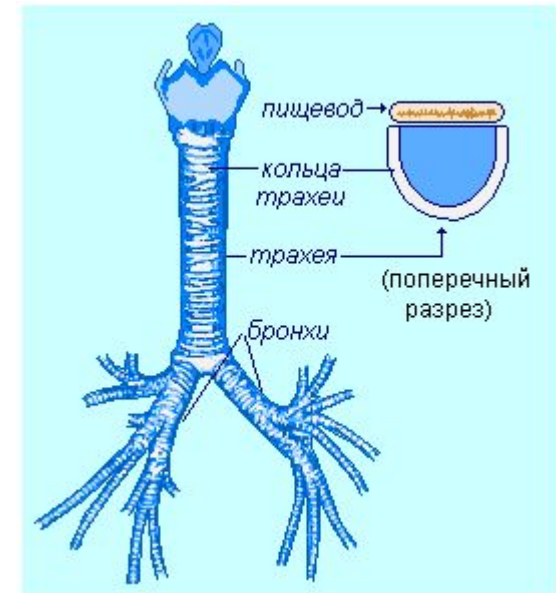
**Скелет трахеи состоит из 16— 20 хрящевых полуколец**, препятствующих спадению ее стенок.

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

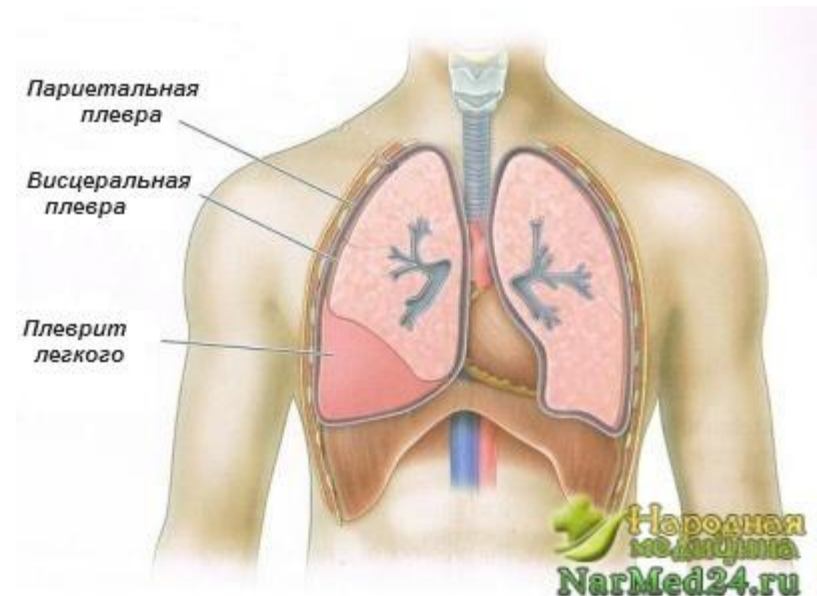
Снаружи легкие покрыты оболочкой — **плеврой**, имеющей два листка:

**Легочный** (висцеральный)

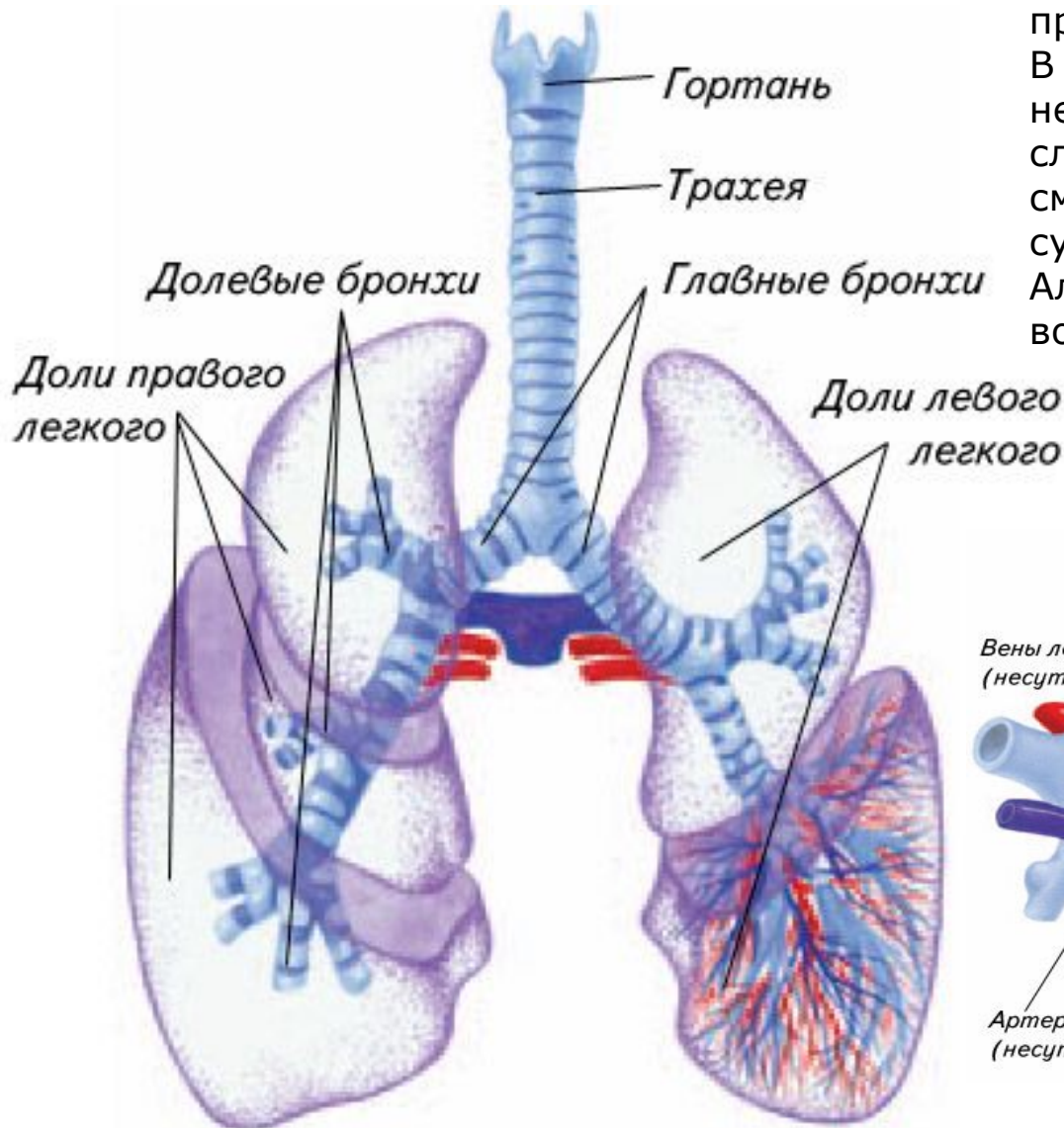
**Пристеночный** (париетальный).

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.



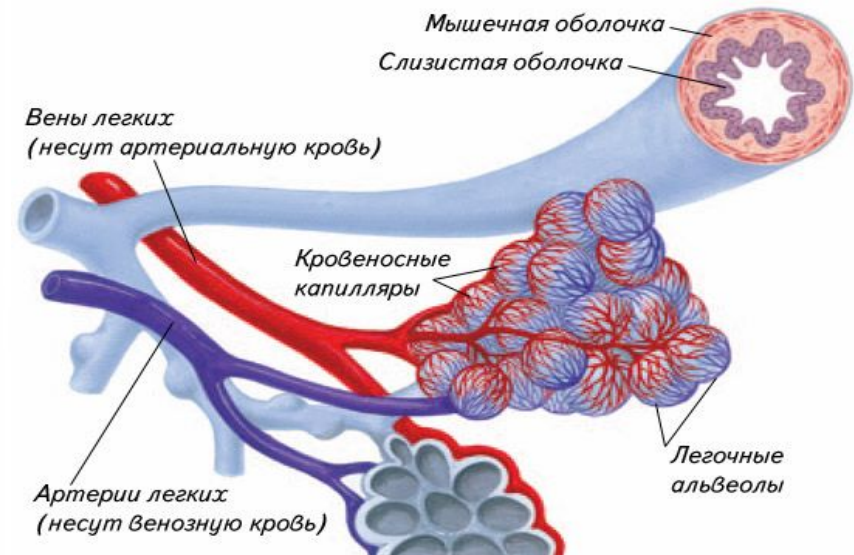
# Легкие



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.

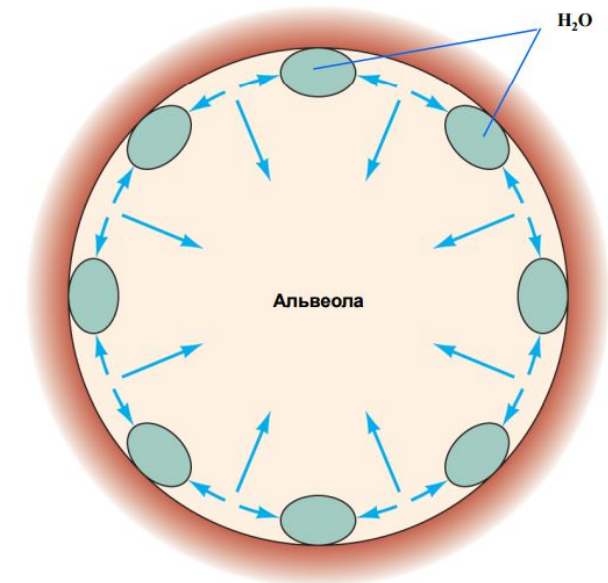
Сурфактант имеет низкое поверхностное натяжение и стабилизирует состояние альвеол:

**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

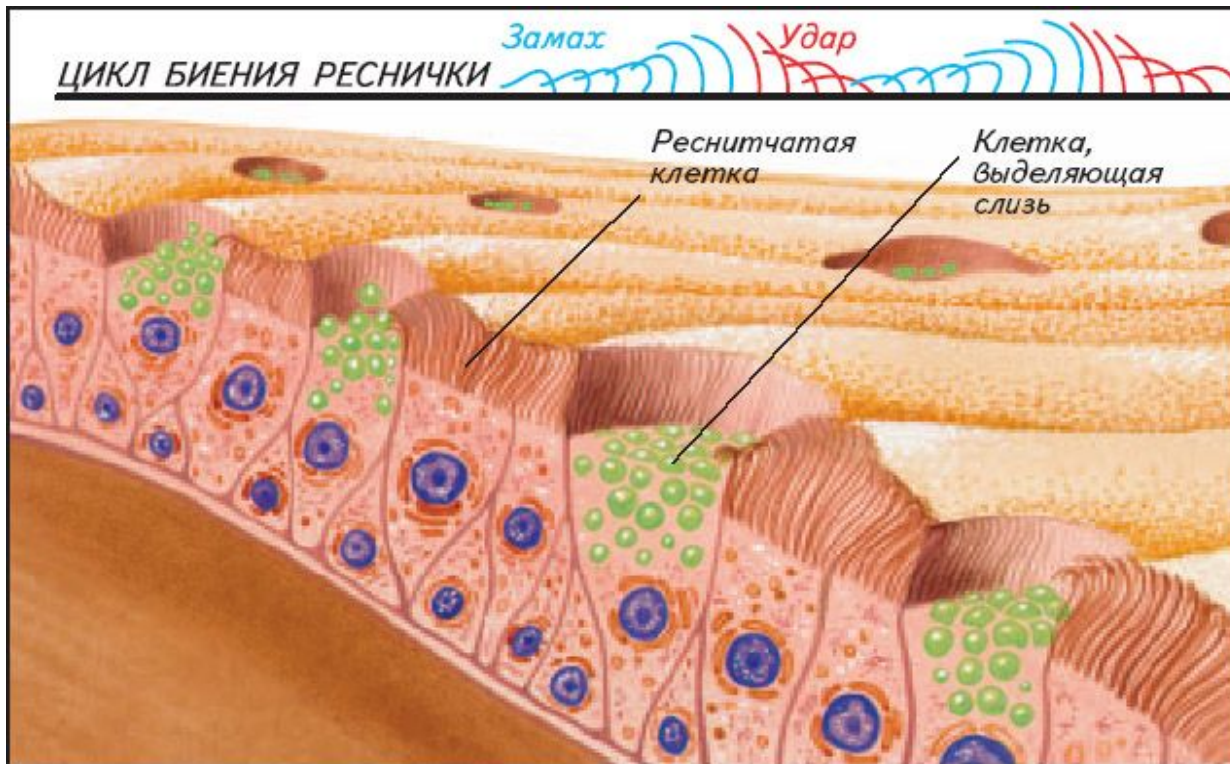


# Мерцательный эпителий в дыхательных путях

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.

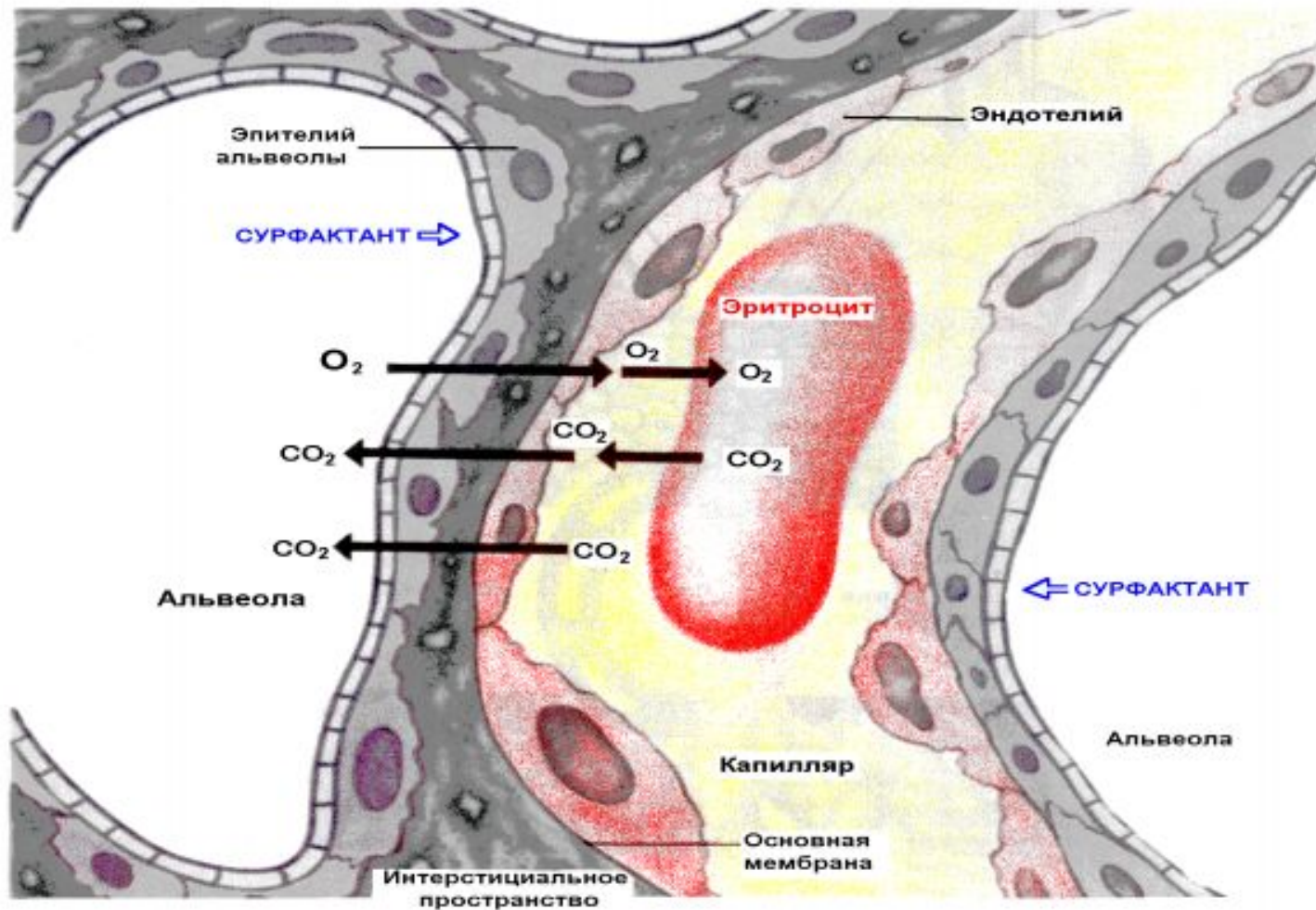


Дыхательная система

# **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<sup>2</sup>. 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 ( $\text{HbO}_2$ )** – гемоглобин, связавший кислород (полностью насыщенная молекула гемоглобина переносит 4 молекулы кислорода  $\text{Hb} + 4\text{O}_2 = \text{HbO}_8$ )

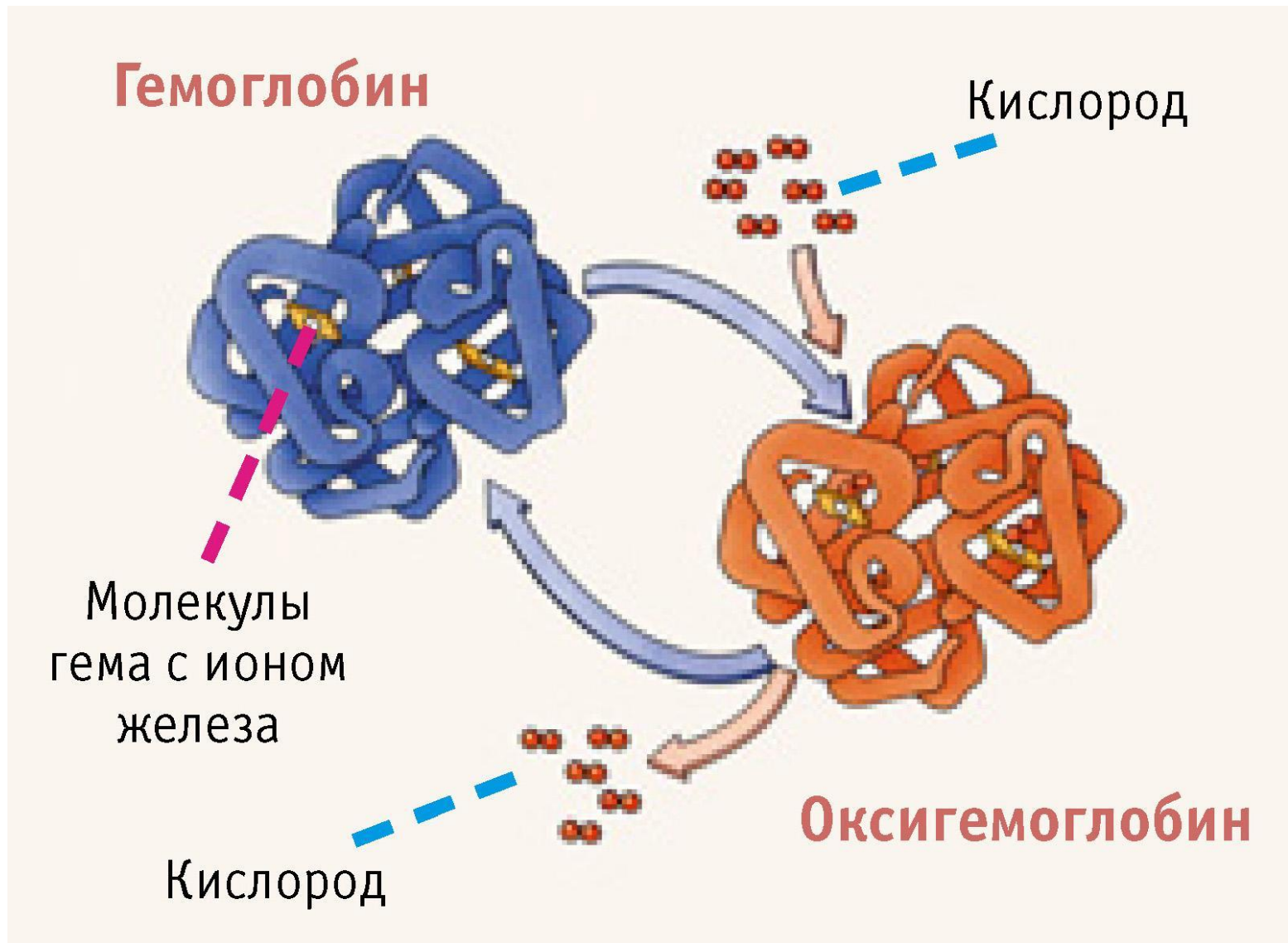
**Карбгемоглобин ( $\text{HbCO}_2$ )** - гемоглобин, связавший углекислый газ

**Дезоксигемоглобин ( $\text{HbH}$ )** - гемоглобин, отдавший кислород тканям

## Патологические формы гемоглобина:

**Карбоксигемоглобин ( $\text{HbCO}$ )** образуется при отравлении угарным газом (CO) , при этом гемоглобин теряет способность при соединять кислород;

**Метгемоглобин ( $\text{HbMet}$  )** - 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.

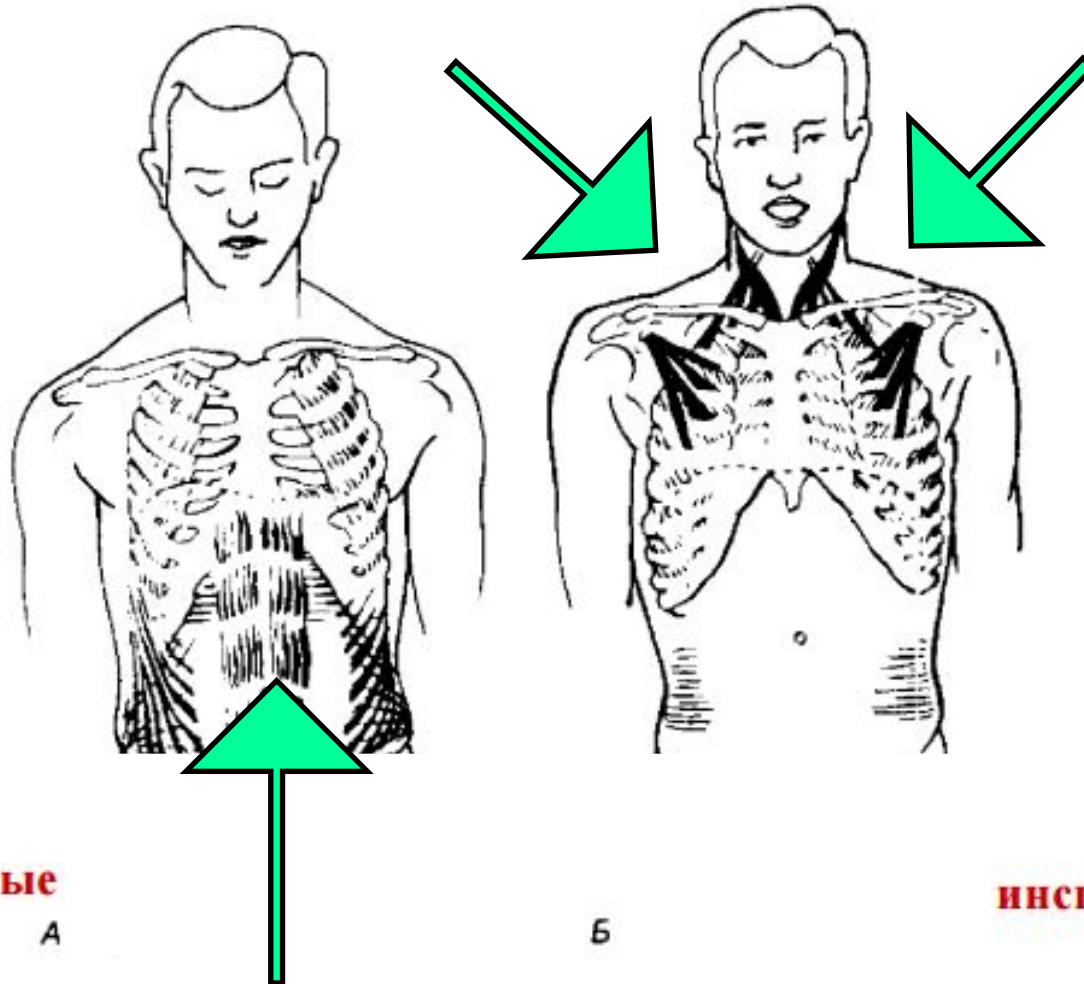
К **вспомогательным** относятся **мышцы шеи, часть мышц верхнего плечевого пояса, мышцы брюшного пресса**, принимающие участие в форсированном вдохе или выдохе в обстоятельствах, затрудняющих вентиляцию легких.

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



экспираторные

А

Б

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.

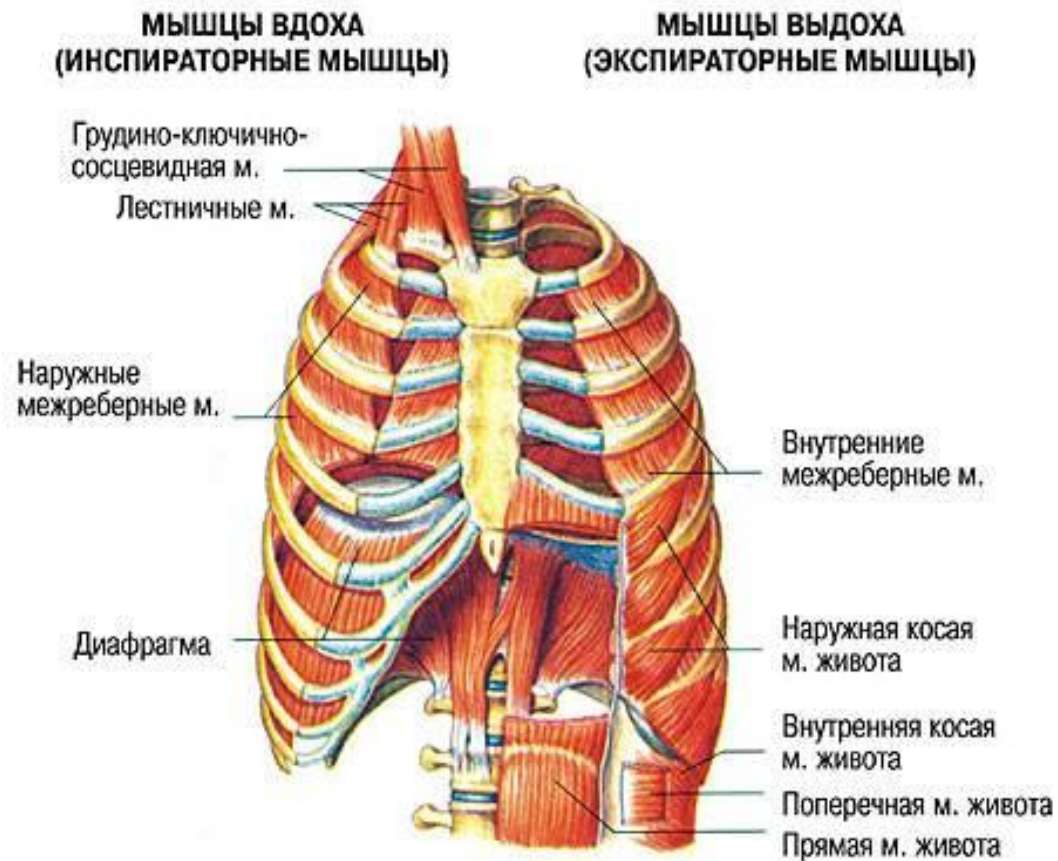


# Форсированный (глубокий) ВДОХ И ВЫДОХ.

**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

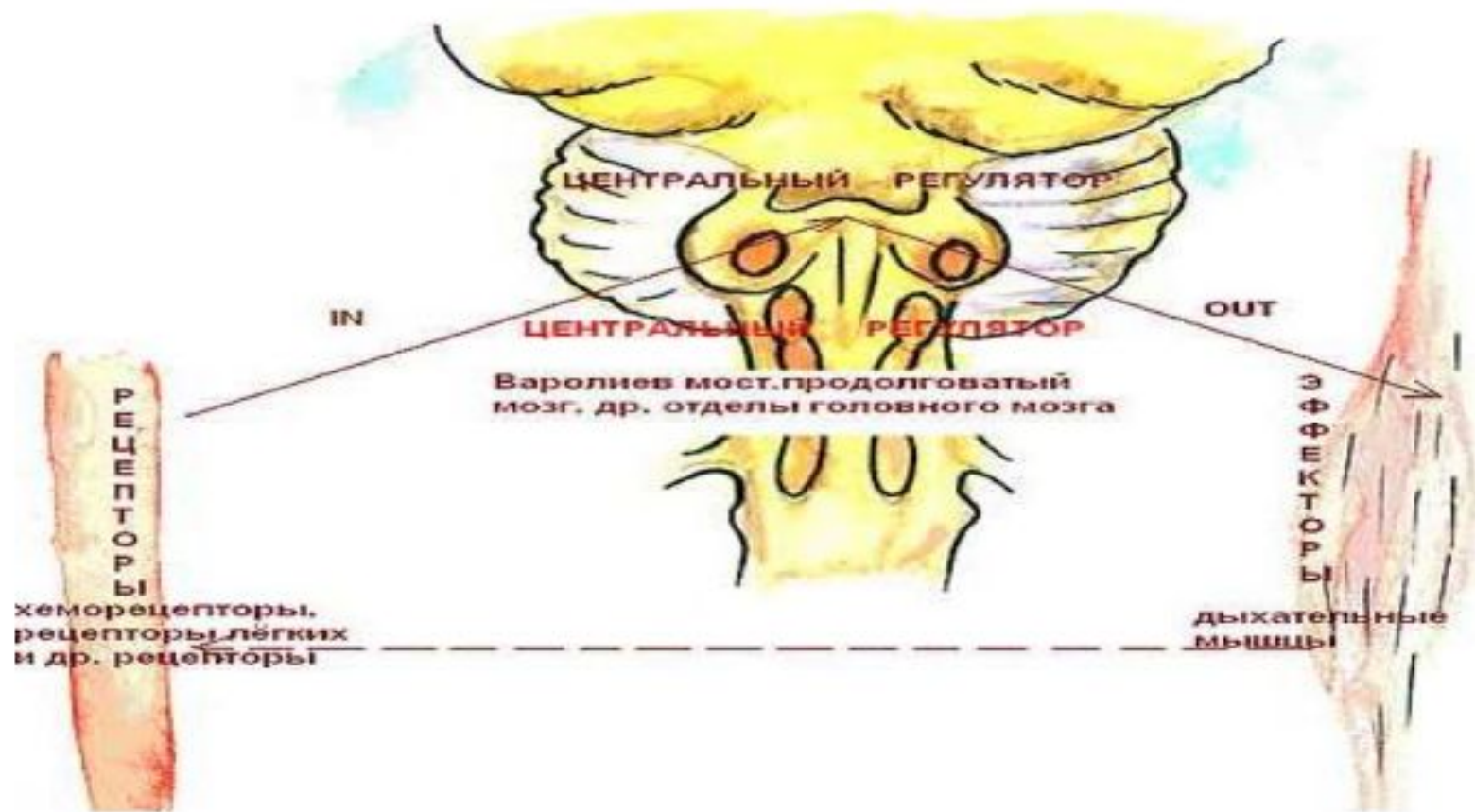
Организм осуществляет регулирование содержания кислорода и углекислого газа в крови регуляцией интенсивности дыхания, которая всегда направлена на **оптимизацию газового состава** внутренней среды организма.

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

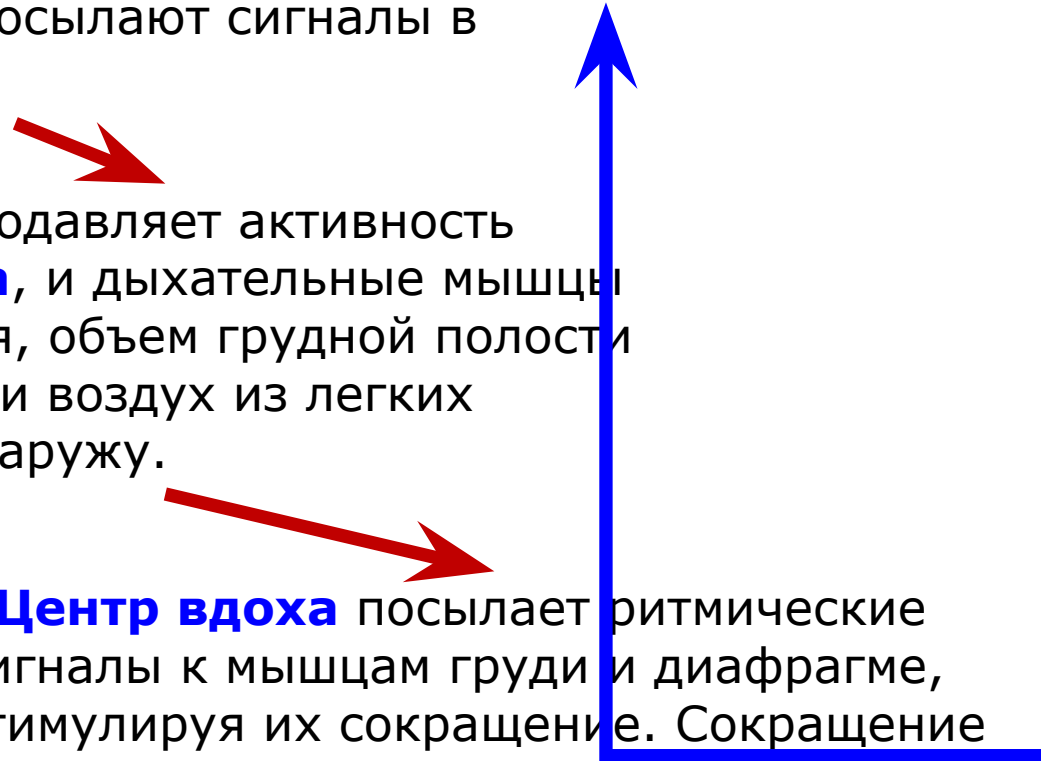
**Автоматический дыхательный центр** - совокупность нейронов специфических (дыхательных) ядер продолговатого мозга, способных генерировать дыхательный ритм.

# 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**