

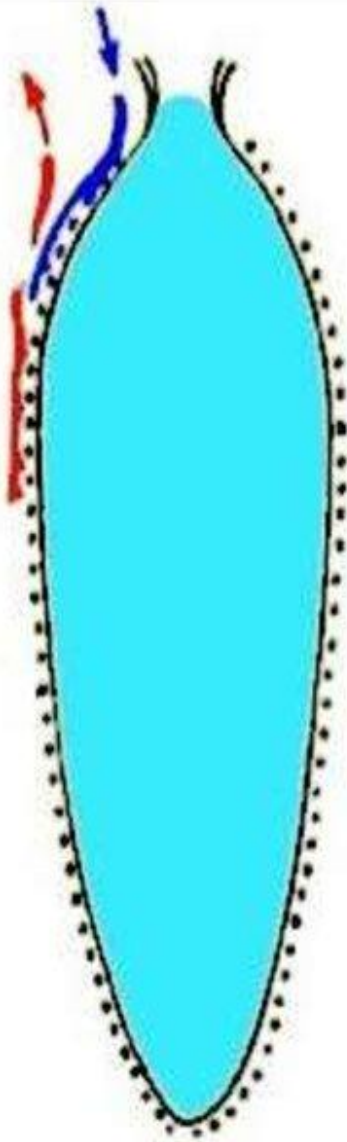
Тема:
«Дыхательная система»

Задачи:

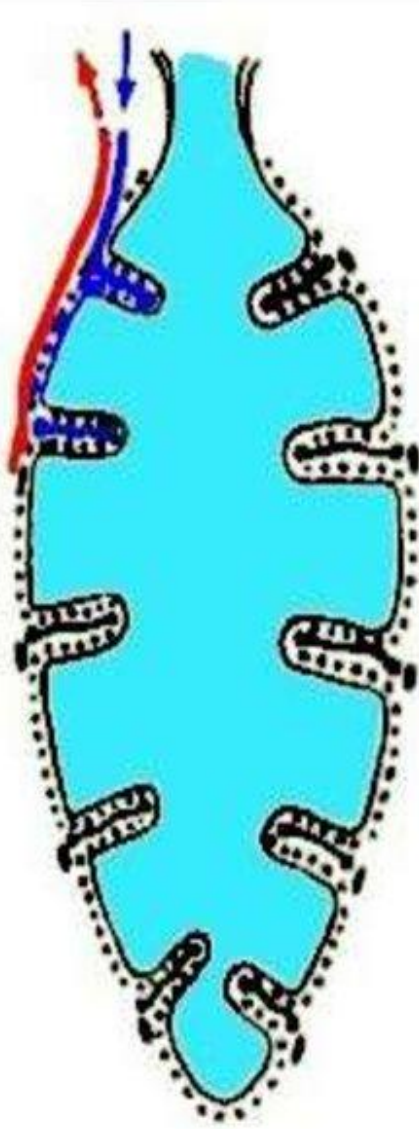
Изучить особенности строения, работу и гигиену органов дыхания

Пименов А.В.

Эволюция легких позвоночных животных



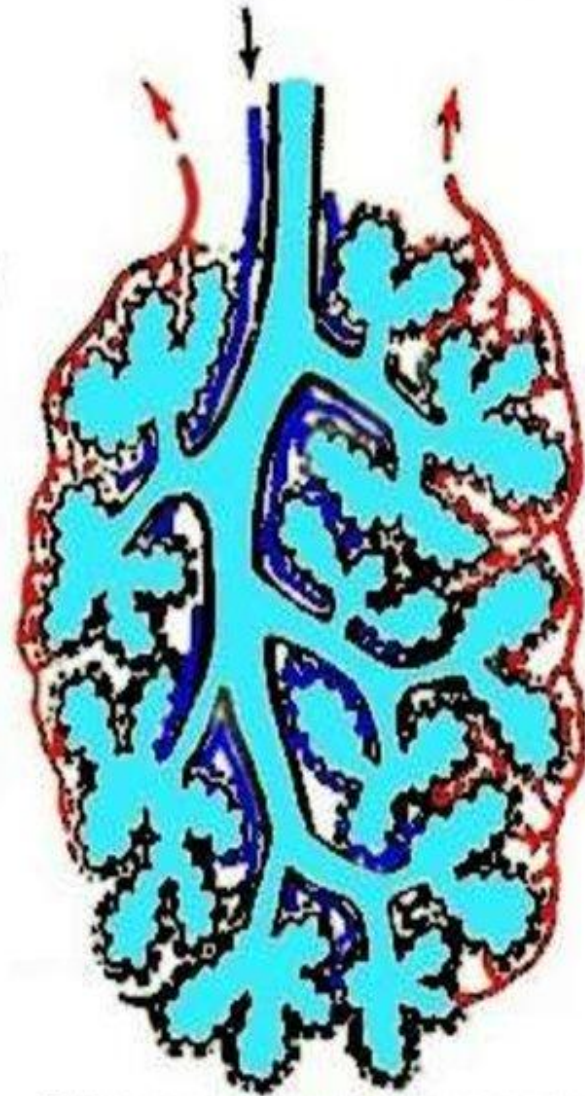
Амфибии



Амфибии
Рептилии



Рептилии
Амфибии



Млекопитающие

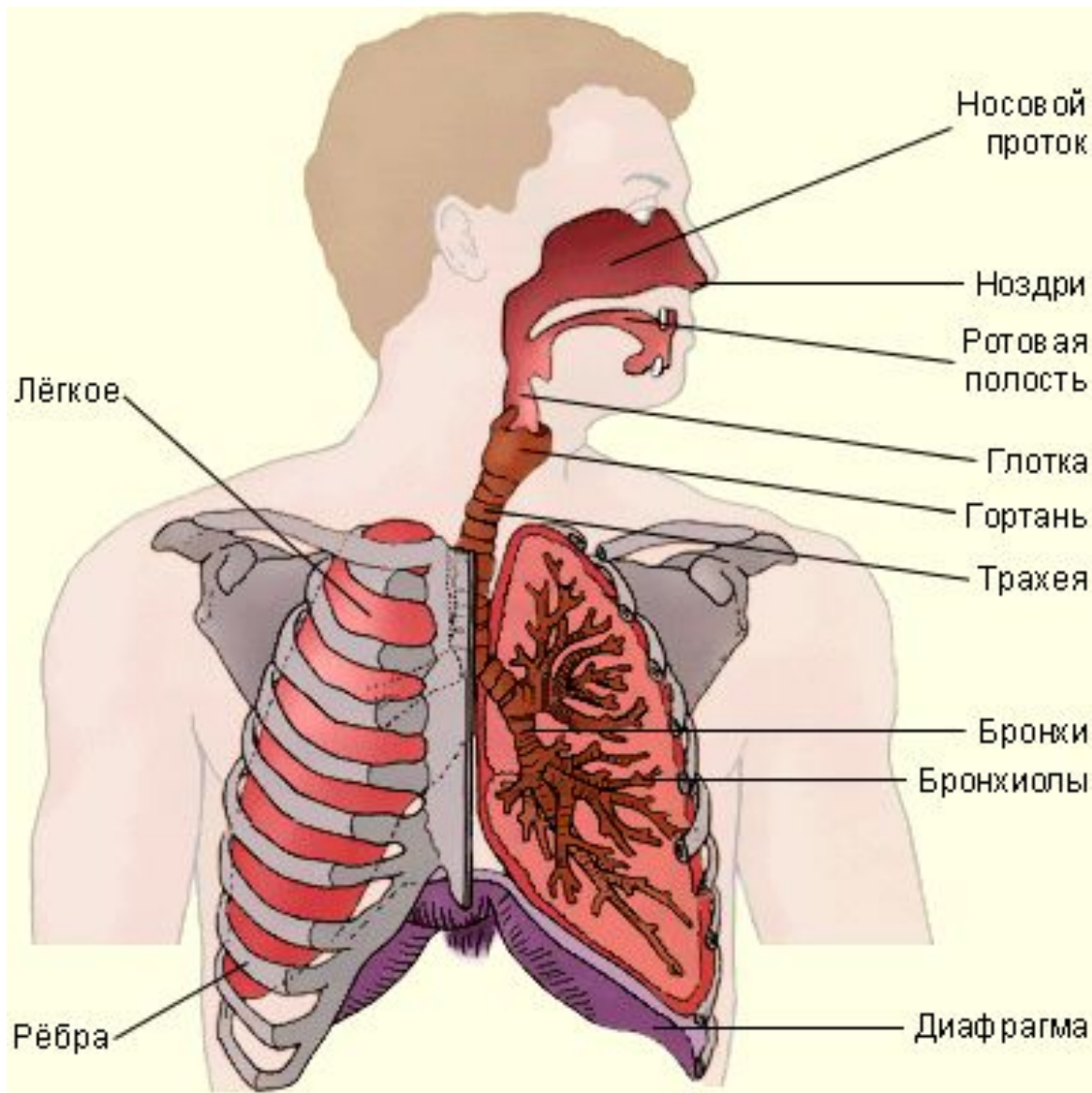
Значение дыхания

бескислородный этап	кислородный этап
Внутри клетки.	В митохондриях.
Ферментами мембран клеток.	Ферментами митохондрий.
Глюкоза → 2 молекулы молочной кислоты + энергия.	Пировиноградная кислота до CO_2 и H_2O
За счет 40% - синтезируется АТФ, 60% - рассеивается в виде тепла.	Более 55% энергии запасается в виде АТФ.
2 молекулы АТФ.	36 молекул АТФ.



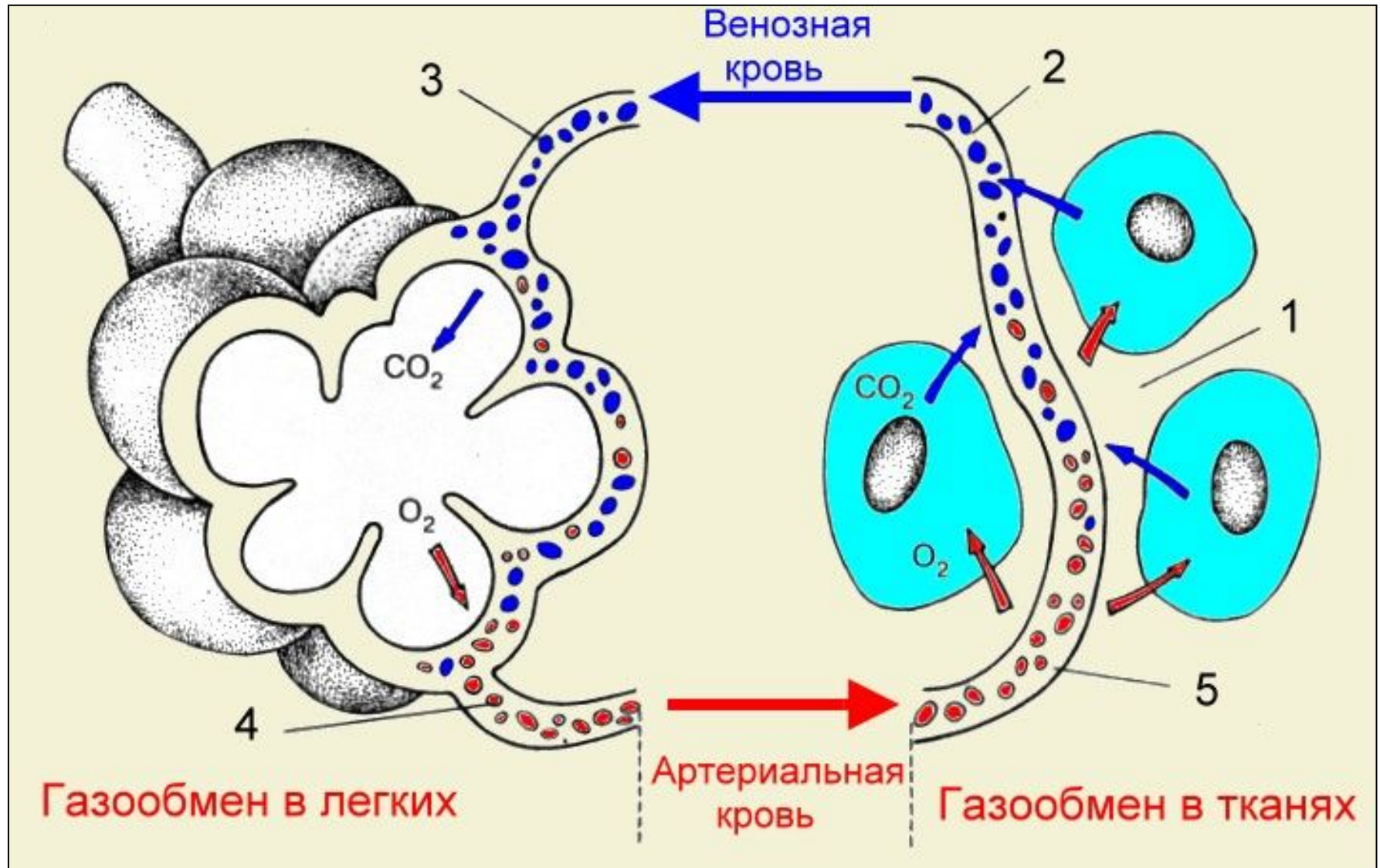
Источником энергии в организме человека являются органические вещества. В клетках происходит их **бескислородное окисление** (гликолиз) и **кислородное окисление** (дыхание).

Значение дыхания



Различают **внешнее (легочное)** дыхание, при котором происходит газообмен между атмосферным воздухом и кровью, и **тканевое**, или внутреннее дыхание, связанное с потреблением кислорода митохондриями и выделением углекислого газа.

Значение дыхания



Вдыхаемый воздух

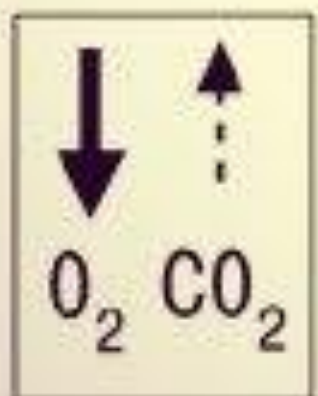
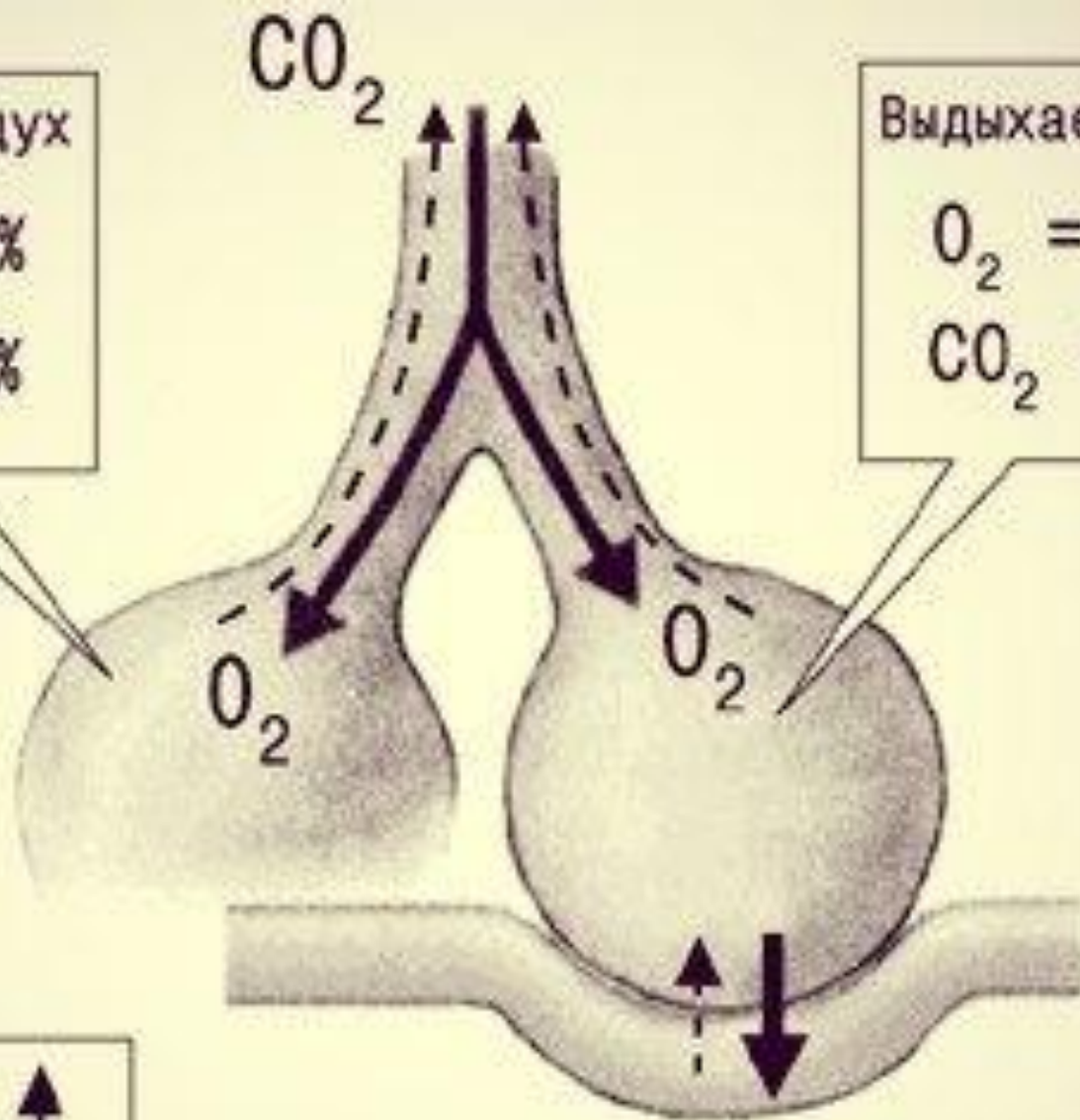
$O_2 = 20,93\%$

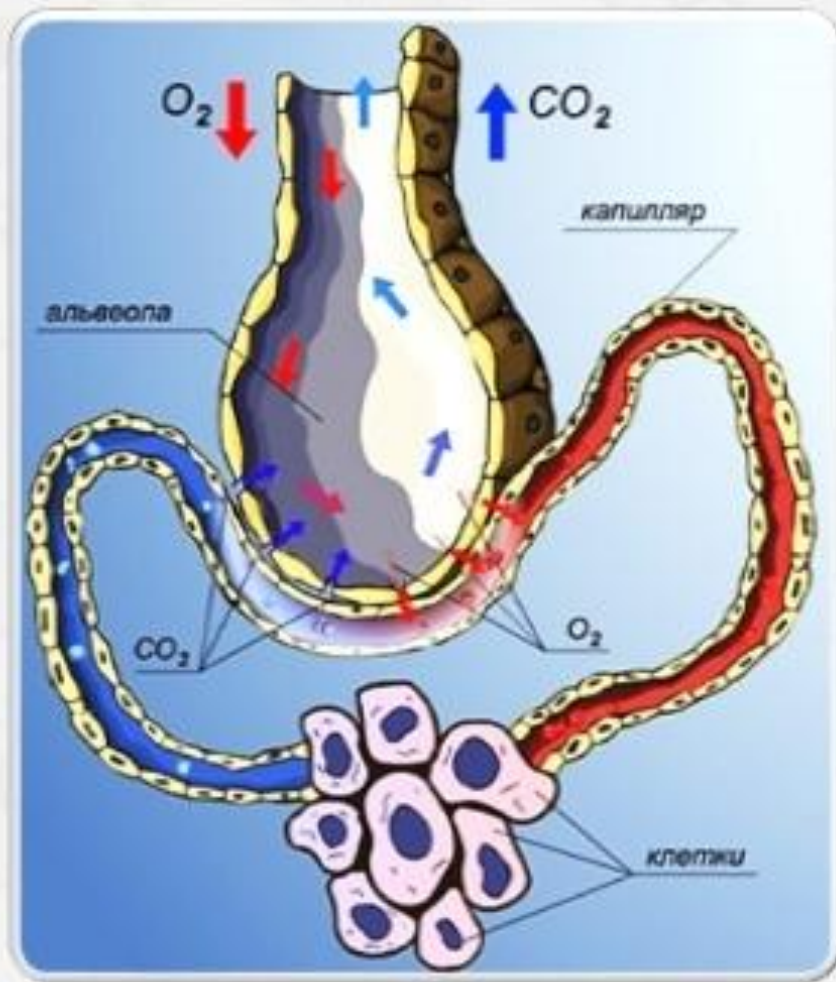
$CO_2 = 0,03\%$

Выдыхаемый воздух

$O_2 = 16\%$

$CO_2 = 4,5\%$





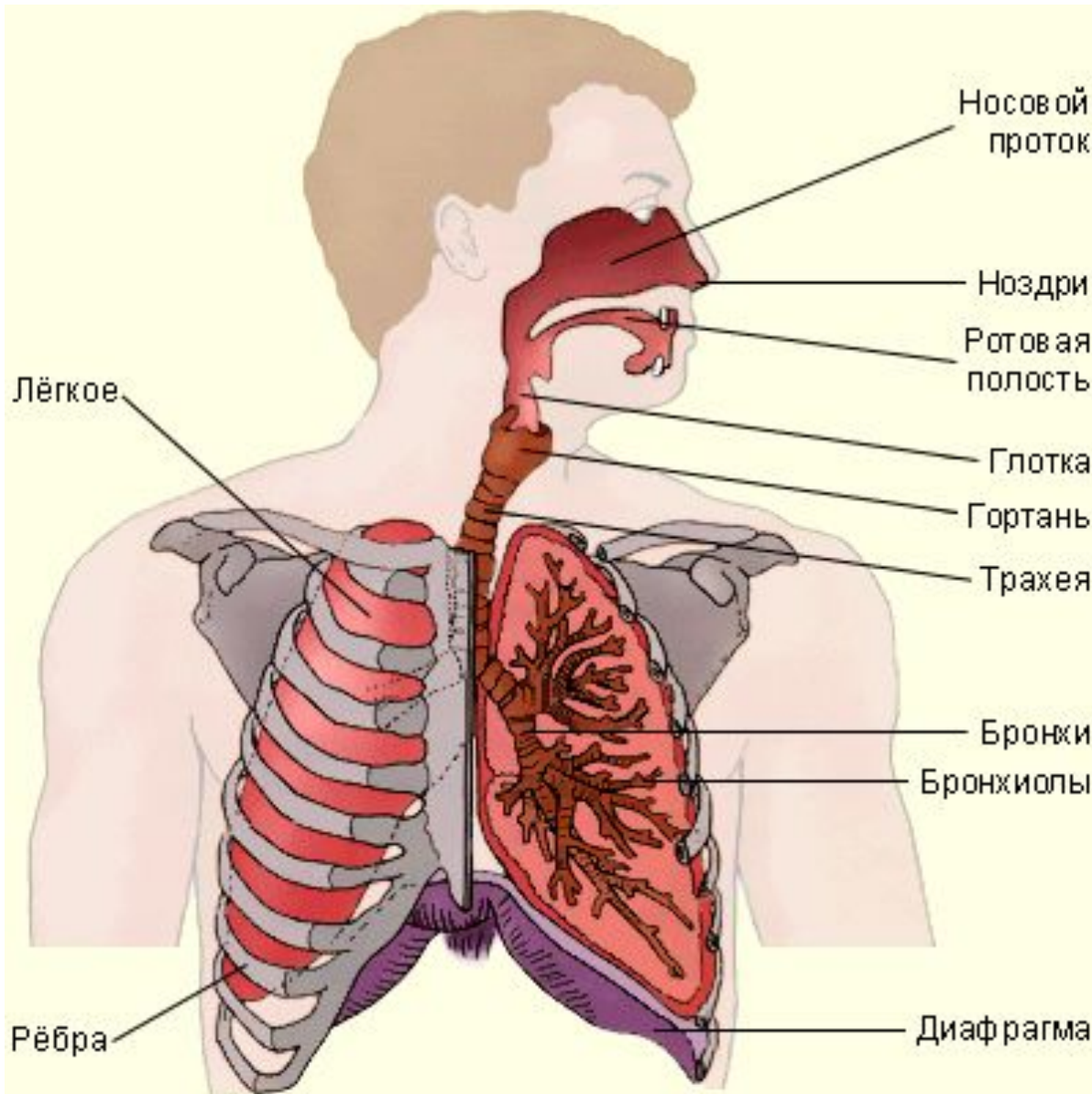
ПРО ГАЗООБМЕН

МАРИНА БРЕЙН

https://vk.com/marina_bio



Дыхательная система



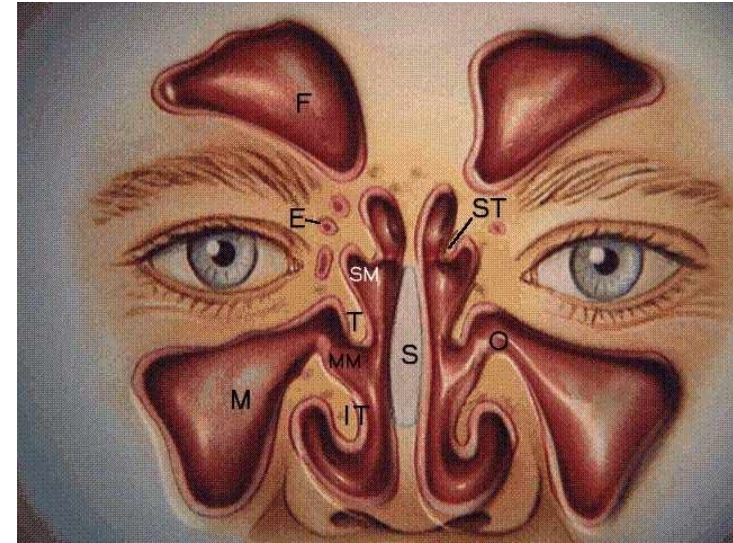
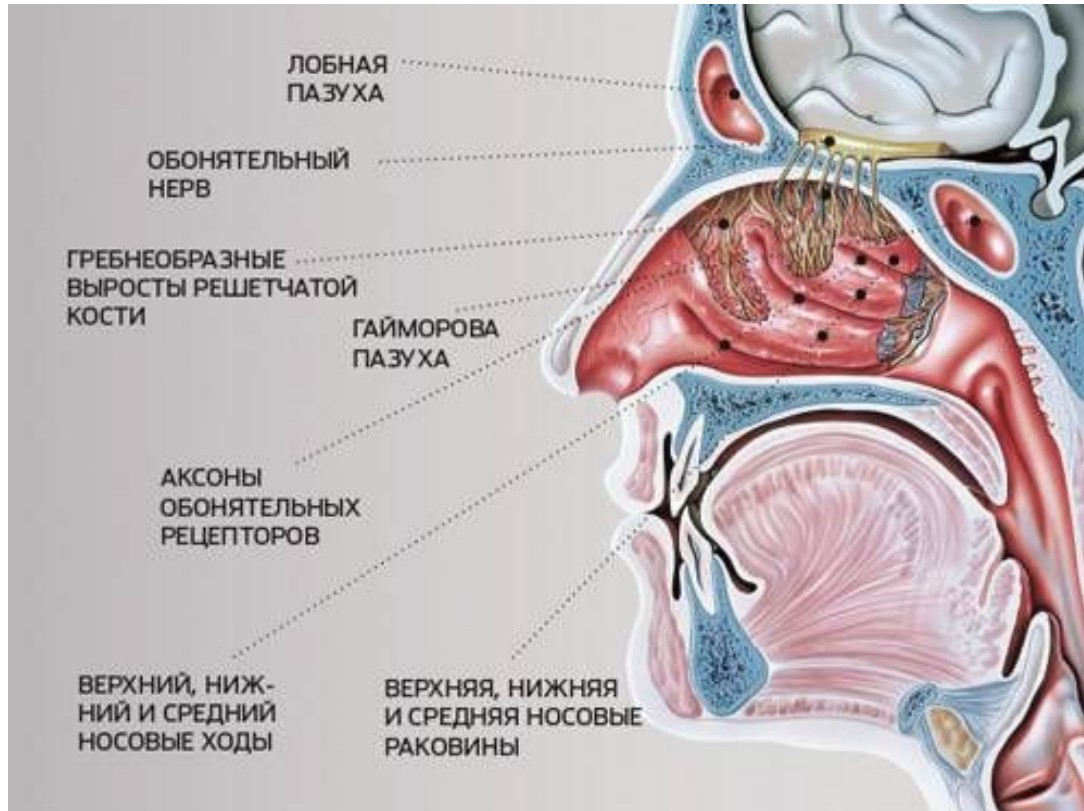
К дыхательной системе относят **дыхательные пути и легкие.**

Дыхательные пути представлены носовыми полостями, носоглоткой, гортанью, трахеей и бронхами.

ДЫХАНИЕ



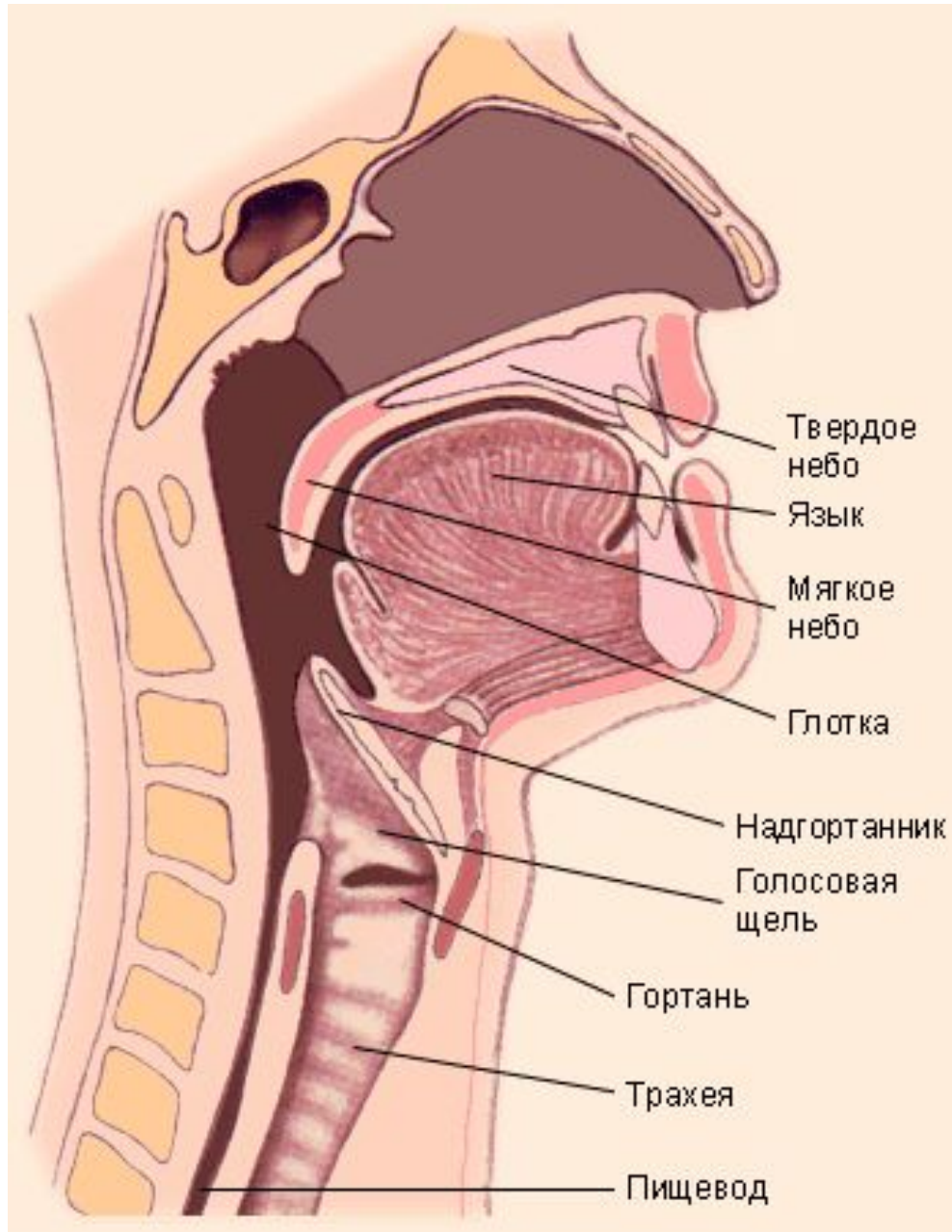
Дыхательная система



Хрящевая перегородка разделяет **носовые полости**, в каждой **три** носовых хода.

Здесь воздух **согревается, увлажняется, частично очищается от пыли и микроорганизмов, анализируется с помощью обонятельного анализатора. Ресничный эпителий способствует продвижению слизи к носоглотке.**

Дыхательная система



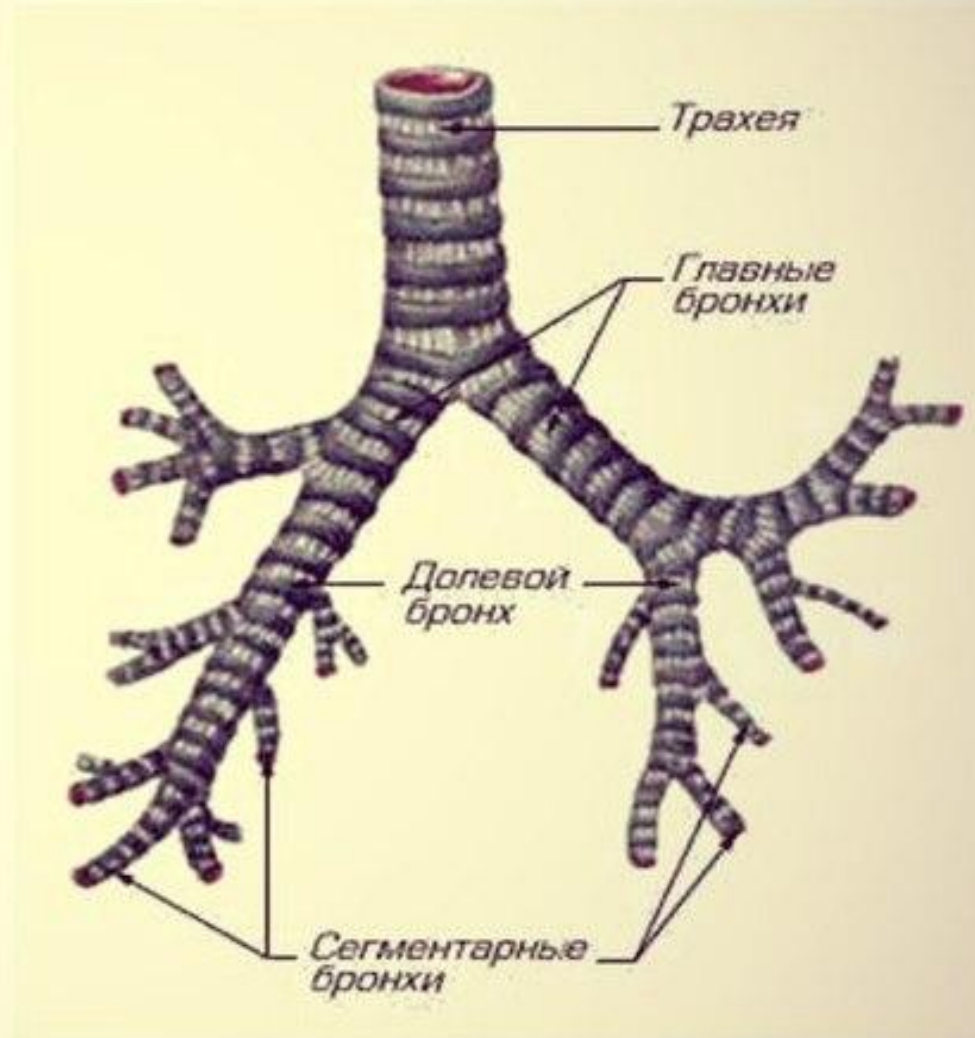
Затем через хоаны воздух попадает в *носоглотку*, в *ротовую часть глотки* и *гортань*.

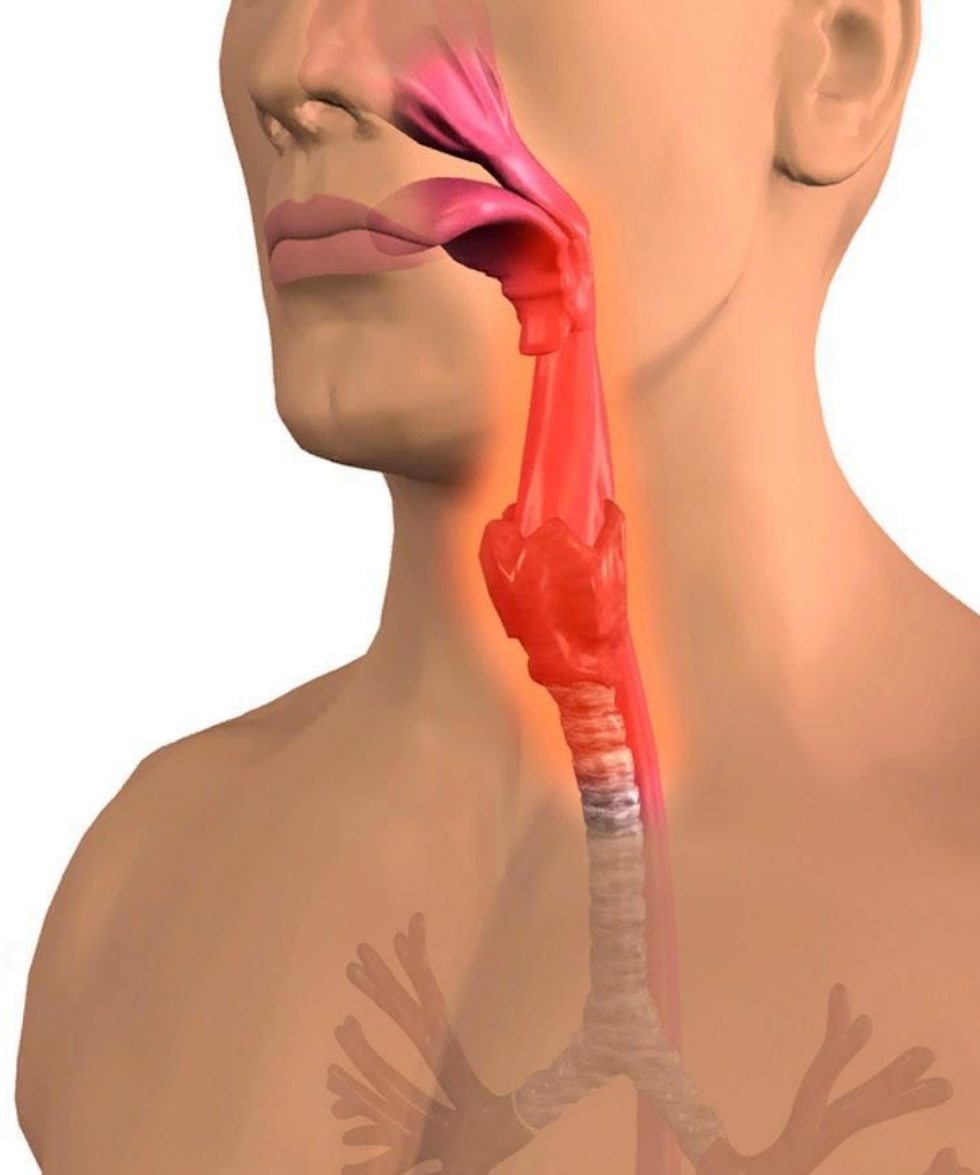
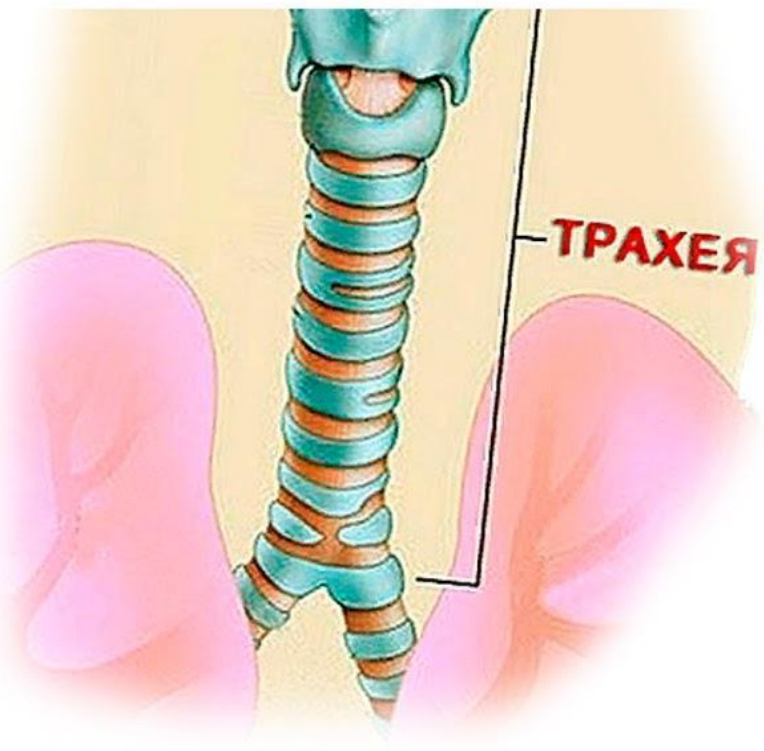
Гортань проводит воздух и функционирует как голосовой аппарат. Имеет парные и три непарных (щитовидный, надгортанник и перстневидный) хряща.

В средней части гортани располагаются *две пары складок, образующих голосовые связки*, натянутые между щитовидным и черпаловидными хрящами.

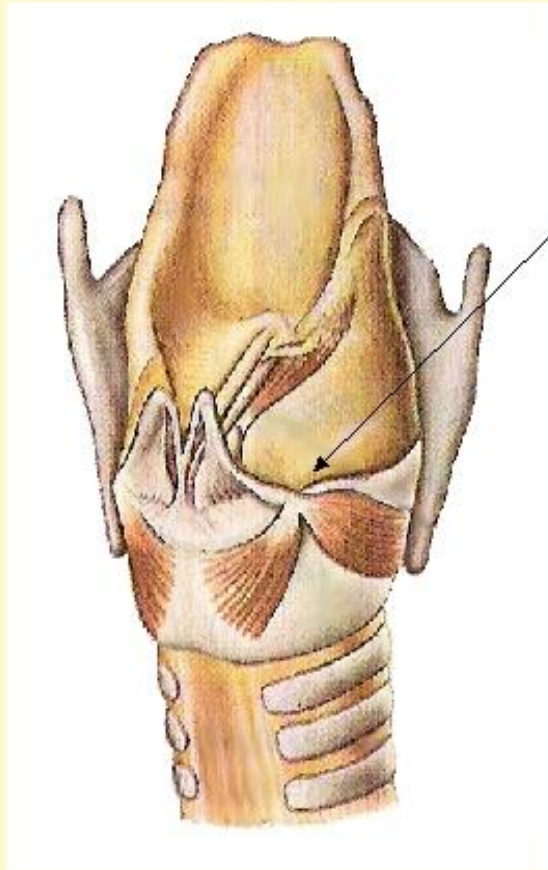
Трахея

■ Трахея – часть дыхательных путей позвоночных животных и человека; расположена между гортанью и бронхами впереди пищевода. У человека длина 10-13 см, диаметр 15-18 мм. Состоит из хрящевых полуколец, соединенных связками. Разветвляется на 2 бронха.

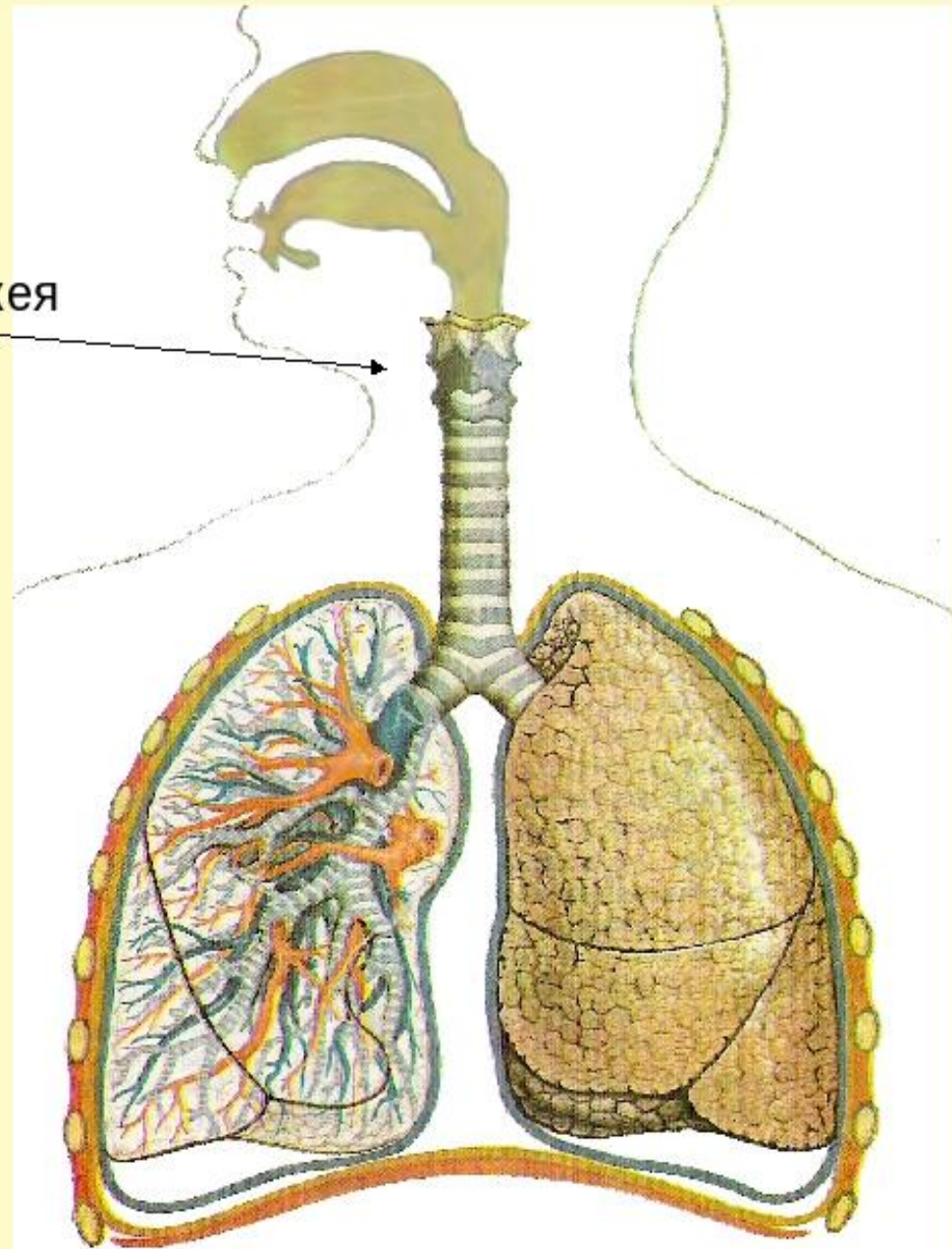




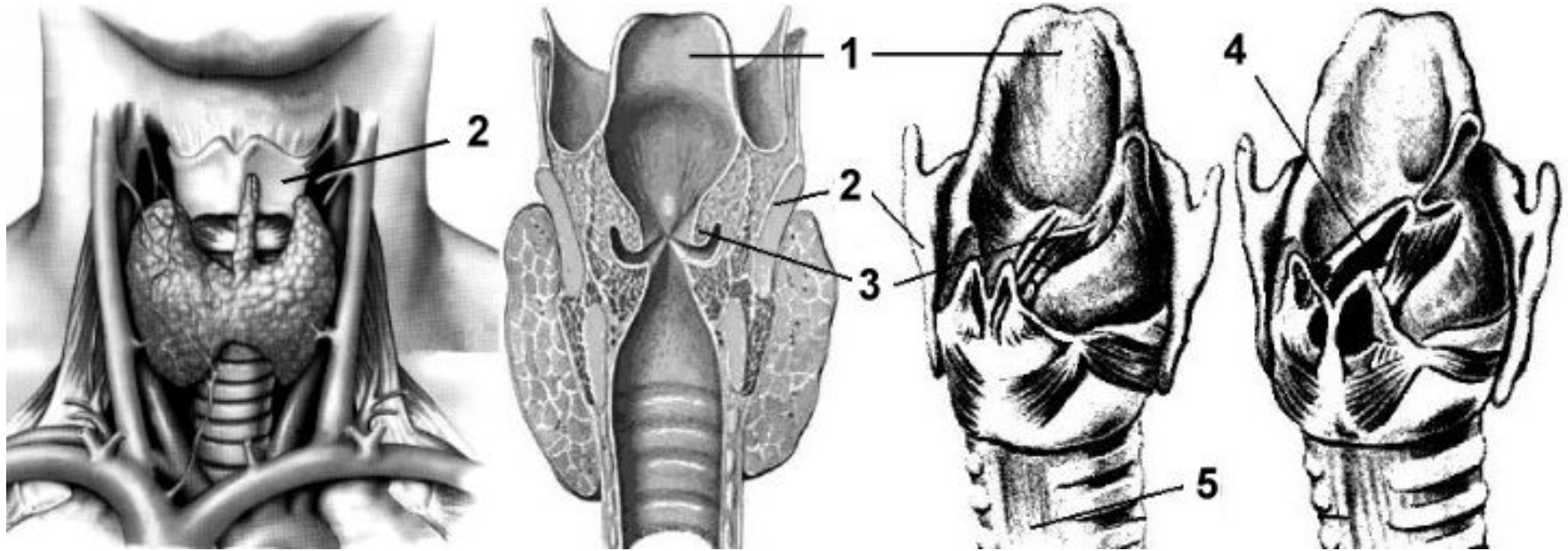
Где ошибка?



Трахея



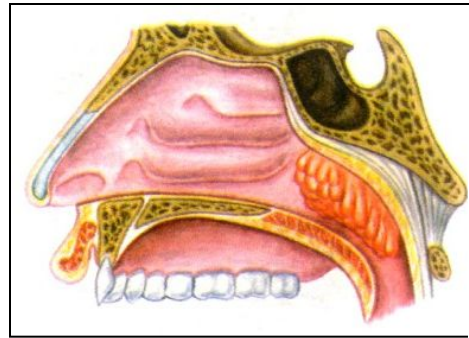
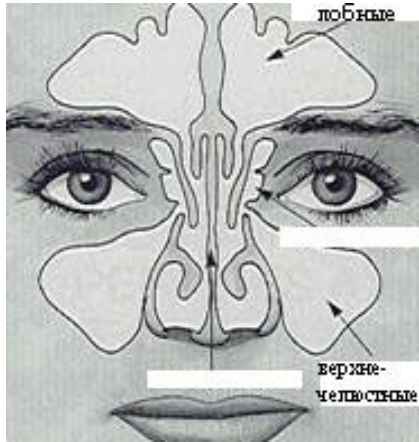
Дыхательная система



При глотании надгортанник опускается, закрывая вход в гортань. Что обозначено на рисунке?

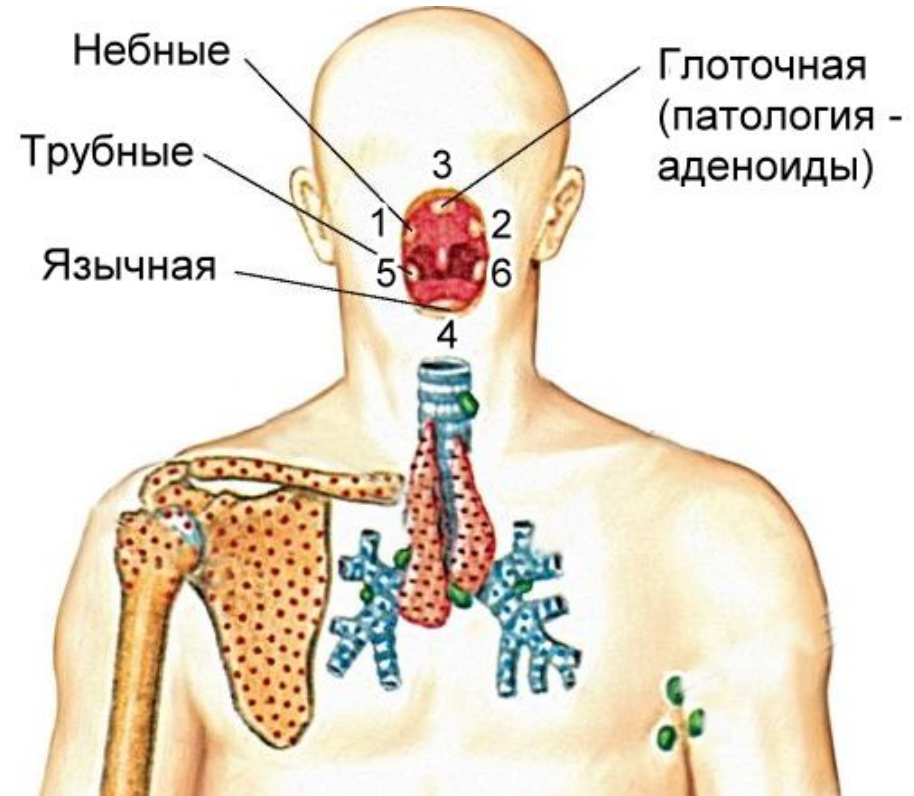
- 1 – надгортанник;
- 2 – щитовидный хрящ;
- 3 – голосовые связки;
- 4 – голосовая щель;
- 5 – мягкая часть трахеи со стороны пищевода.

Дыхательная система



В костях черепа имеются околоносовые пазухи, связанные с носовой полостью – **лобные и верхнечелюстные**.

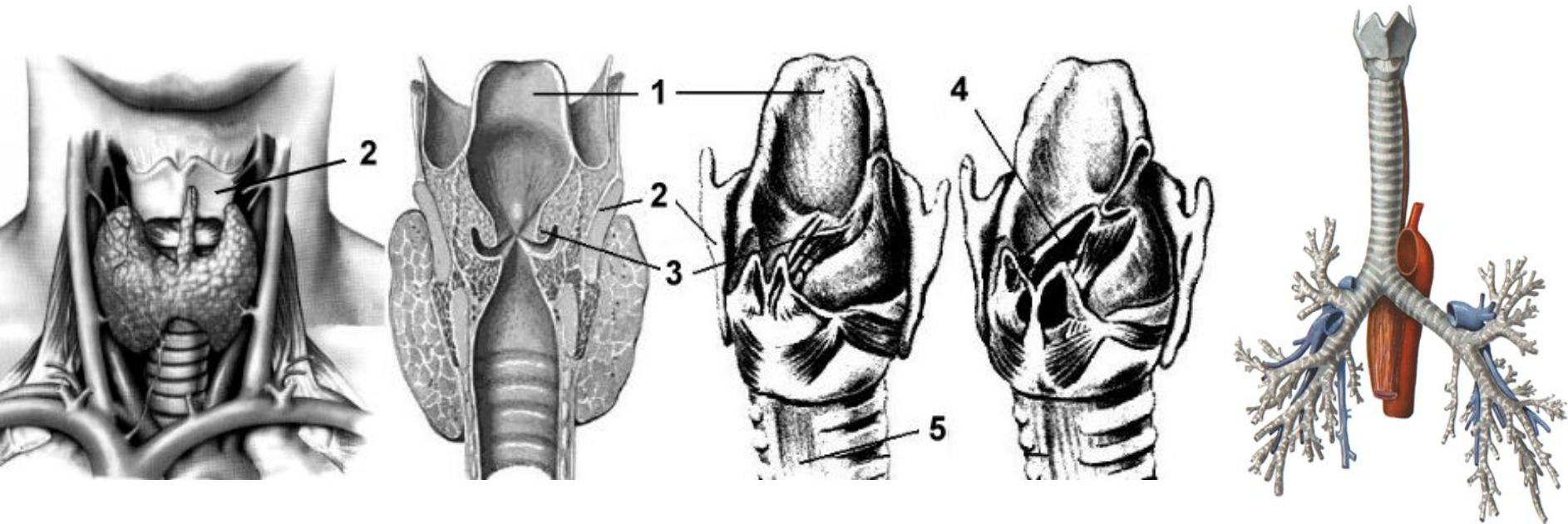
Аденоиды – это воспаление и увеличение носоглоточной (глоточной) миндалины у детей.



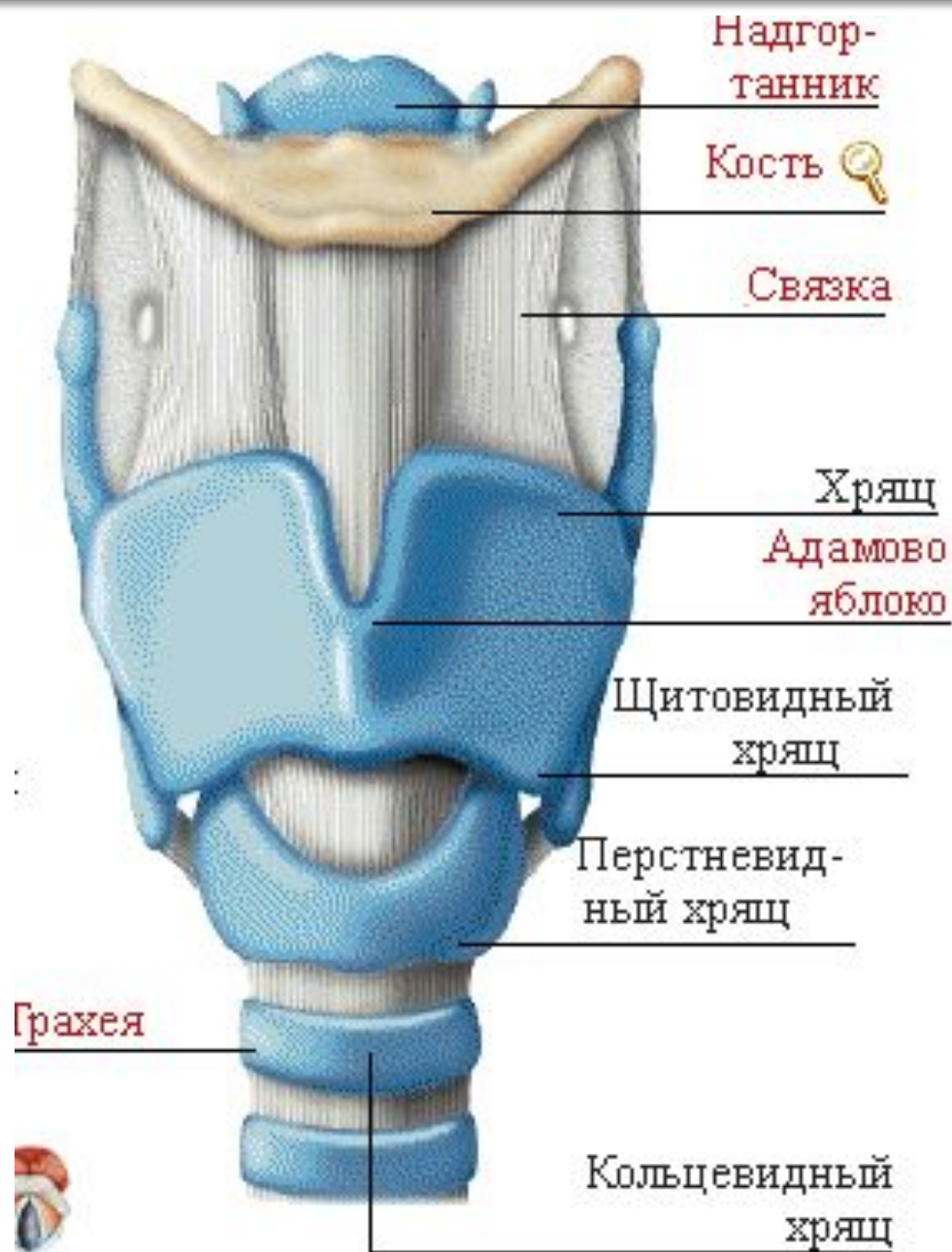
Дыхательная система

При дыхании голосовая щель открыта, при глотании надгортанник закрывает вход в гортань. Внизу гортань переходит в трахею.

Трахея – мышечная трубка с хрящевыми полукольцами, длиной 10-15 см. Снизу делится на два бронха, последние в легких образуют бронхиальные деревья, состоящие из бронхиол.



Дыхательная система



большой рог
подъязычной кости

верхний рог
щитовидного хряща

надгортанник

подъязычная
кость

щитоподъязычная
мембрана

щитовидный
хрящ

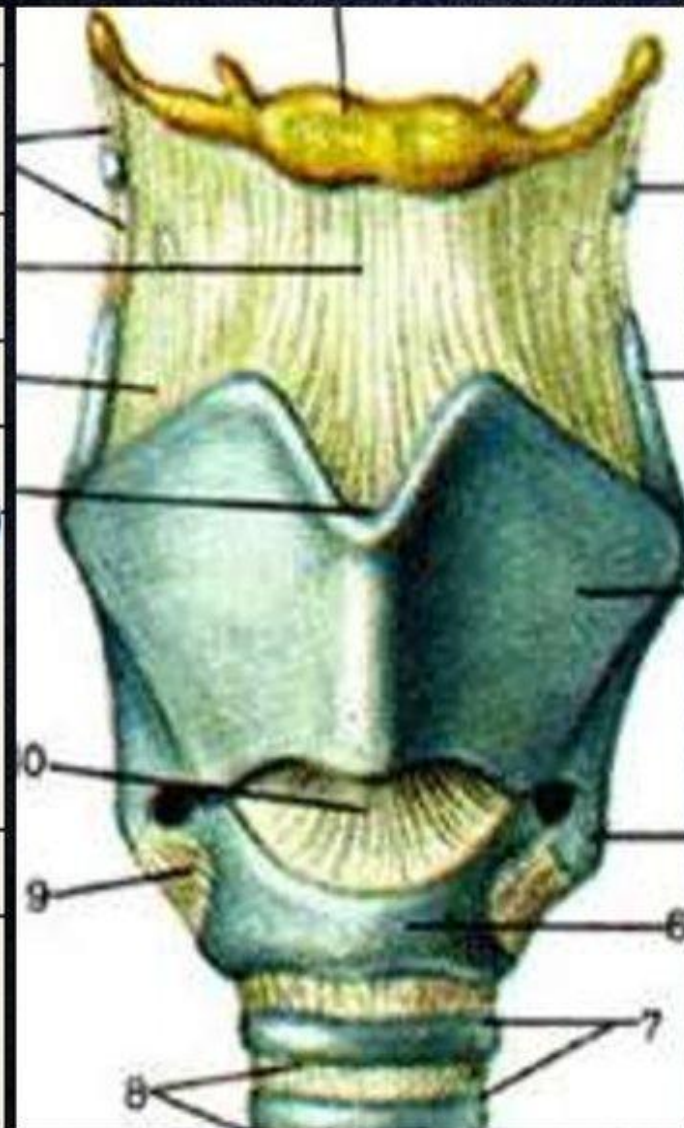
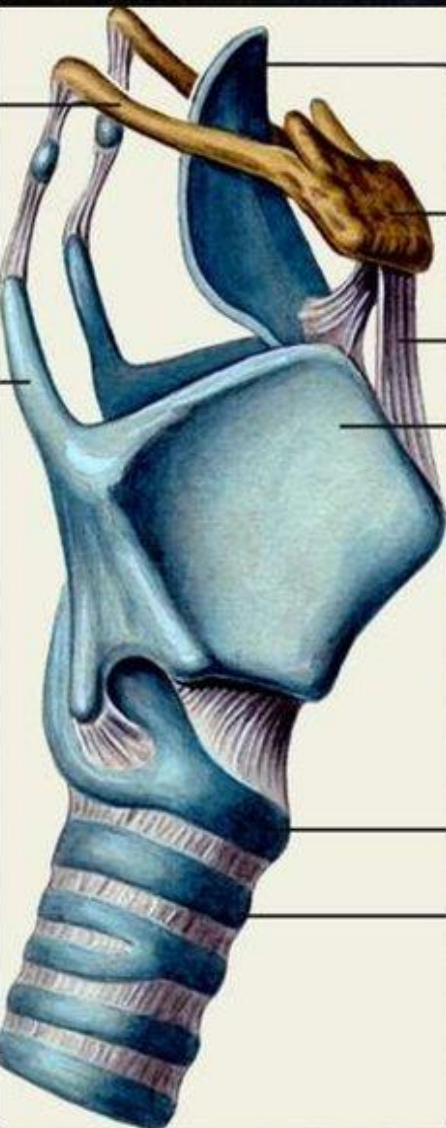
выступ
гортани

перстeneвидный
хрящ

первое кольцо
трахеи



Хрящи гортани



• непарные (3):

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

• парные (3):

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

2 сустава:

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

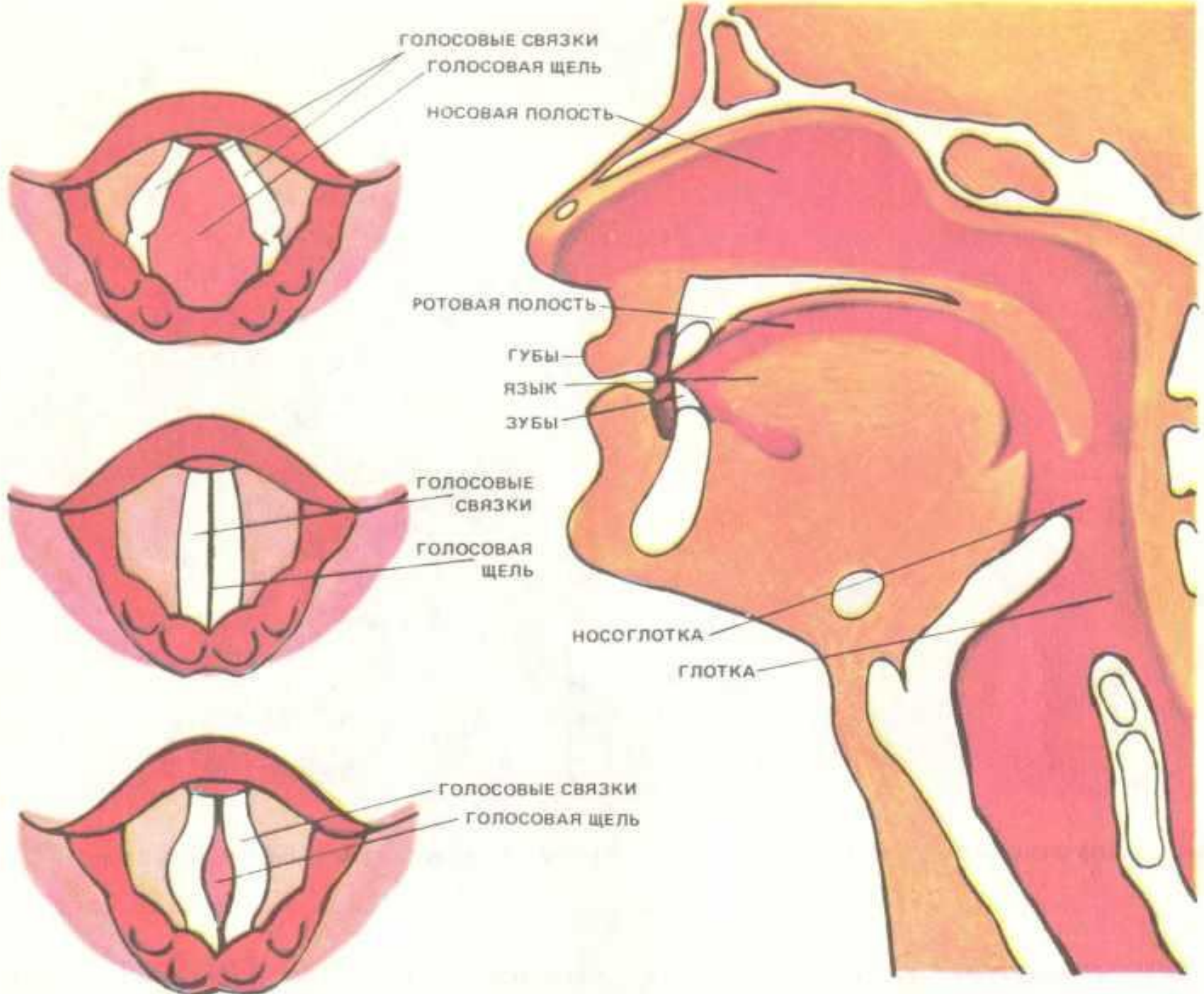
ГОЛОСОВЫЕ СВЯЗКИ
ГОЛОСОВАЯ ЩЕЛЬ
НОСОВАЯ ПОЛОСТЬ

РОТОВАЯ ПОЛОСТЬ
ГУБЫ
ЯЗЫК
ЗУБЫ

ГОЛОСОВЫЕ СВЯЗКИ
ГОЛОСОВАЯ ЩЕЛЬ

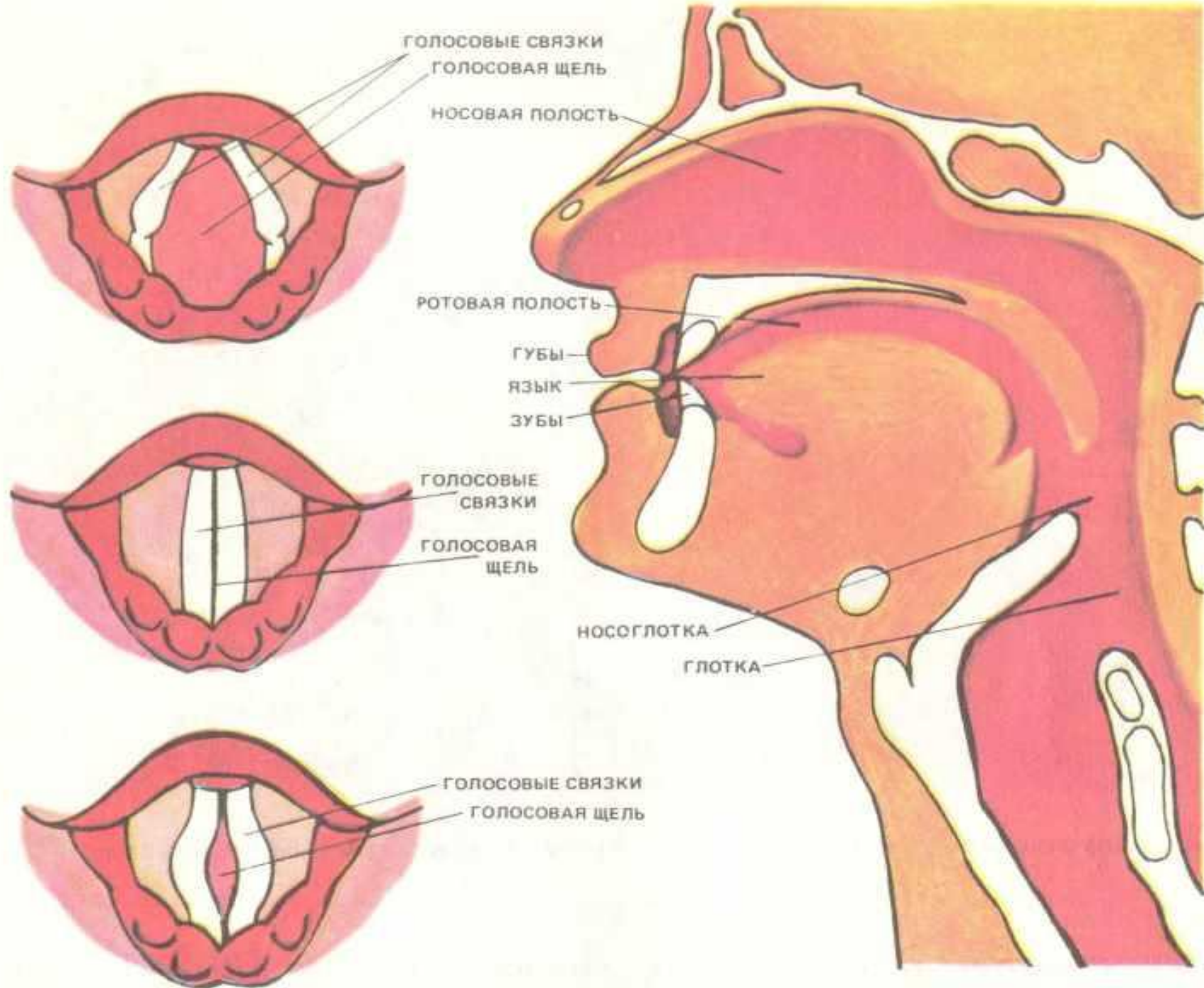
ГОЛОСОВЫЕ СВЯЗКИ
ГОЛОСОВАЯ ЩЕЛЬ

НОСОГЛОТКА
ГЛОТКА



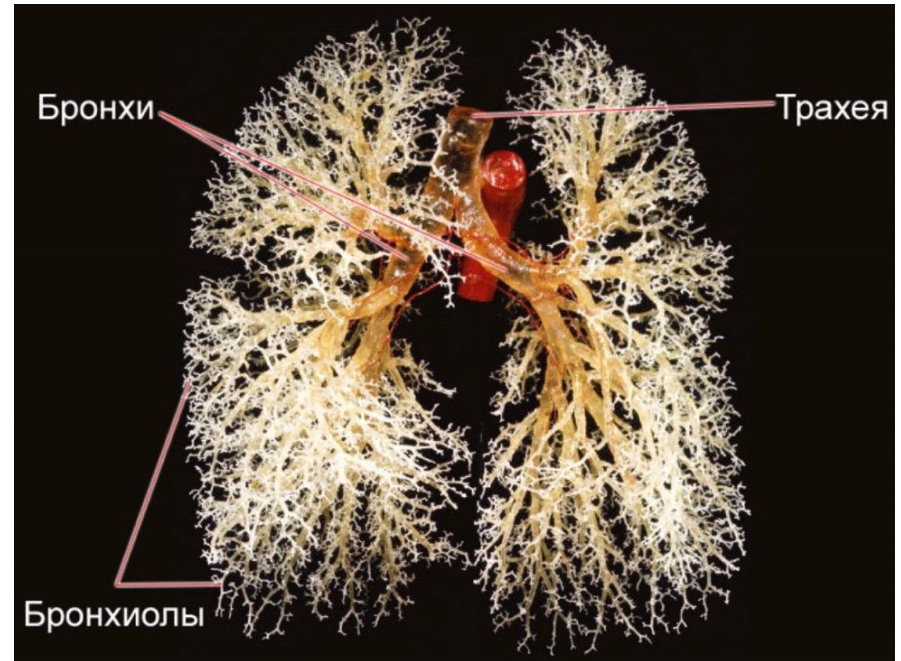
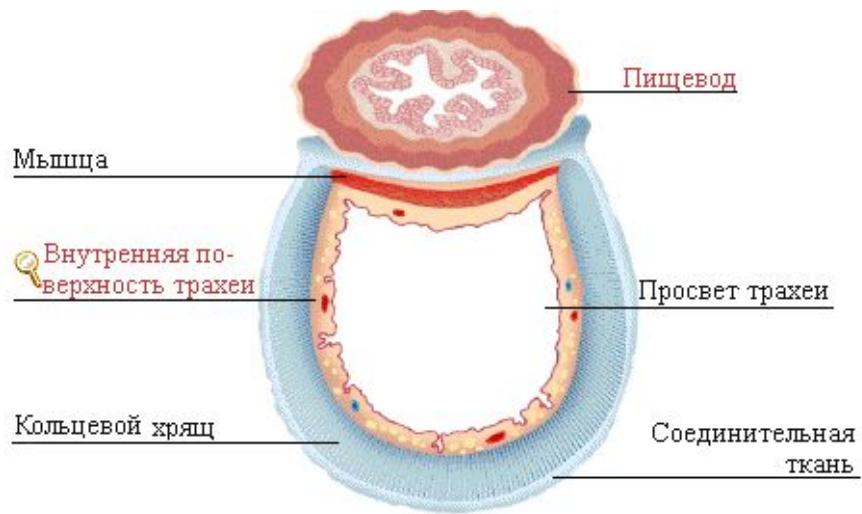
Голосовые связки



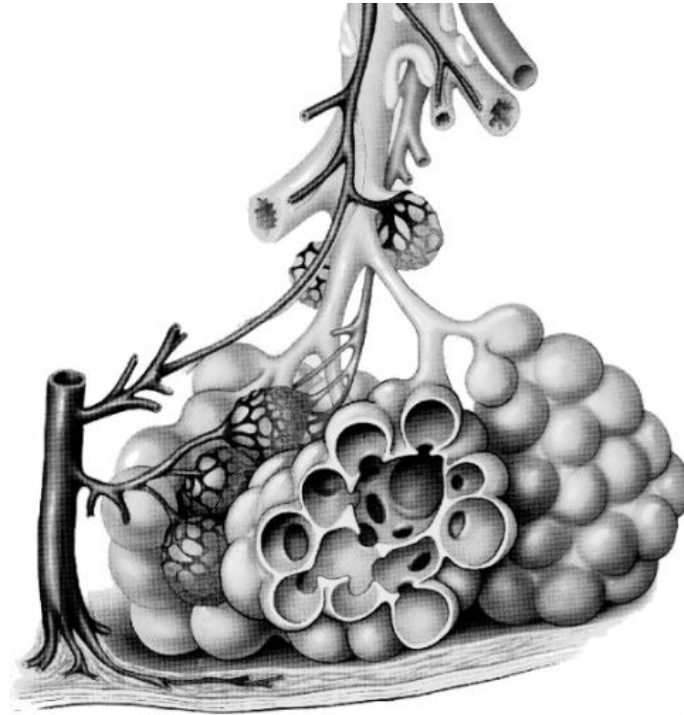
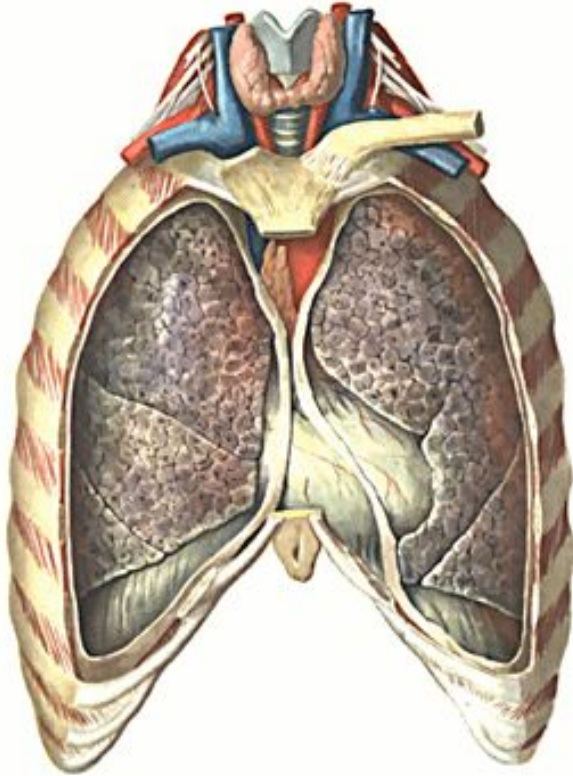




Дыхательная система



Дыхательная система

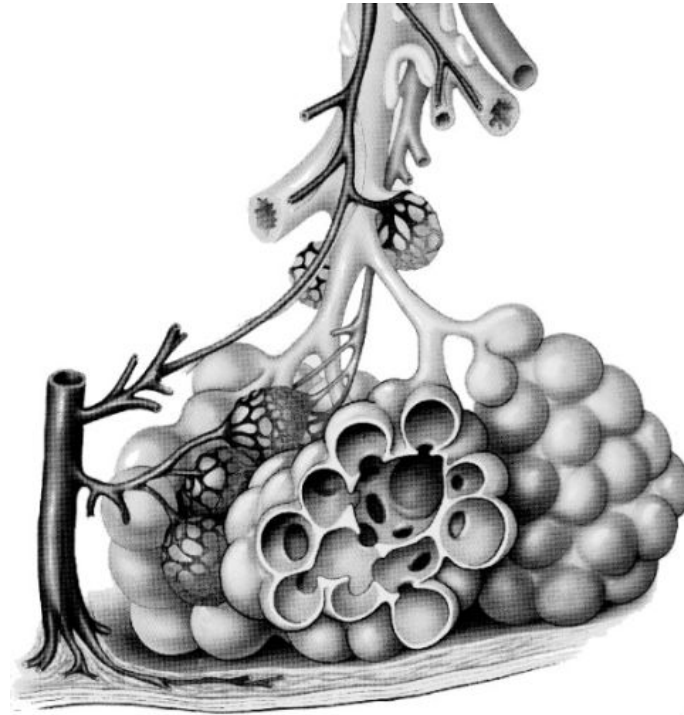
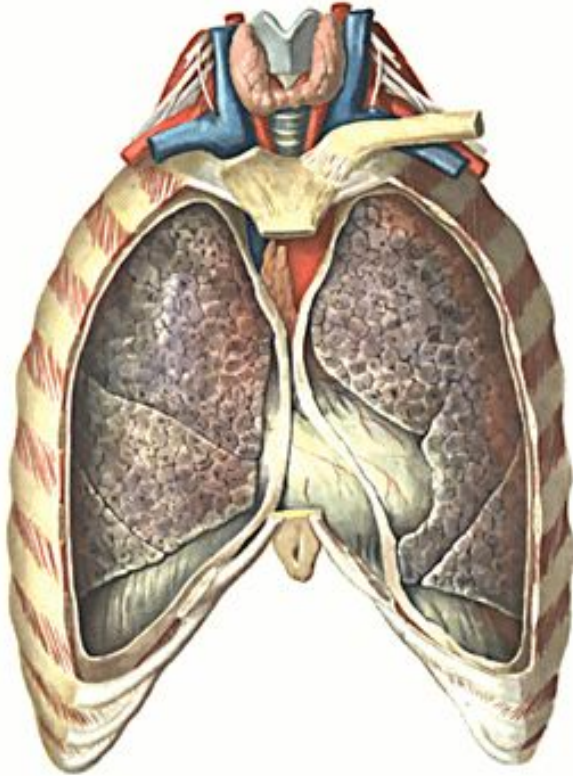


Легкие располагаются в грудной полости, правое состоит из трех, левое легкое – из двух долей.

Морфологической и функциональной единицей легкого является *ацинус – система разветвления одной концевой бронхиолы*.

По бронхиолам воздух проникает в альвеолярные ходы и в *альвеолы*. Внутренняя поверхность альвеол покрыта *сурфактантом*, бактерицидной пленкой, которая к тому же препятствует слипанию альвеол.

Дыхательная система

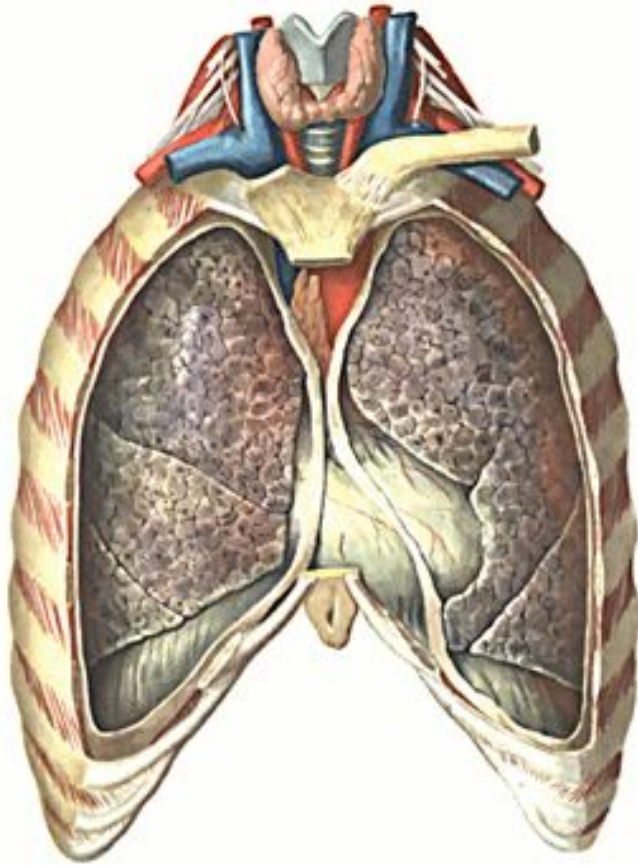


Число альвеол достигает 700 млн., общая их поверхность до 120 м^2 .

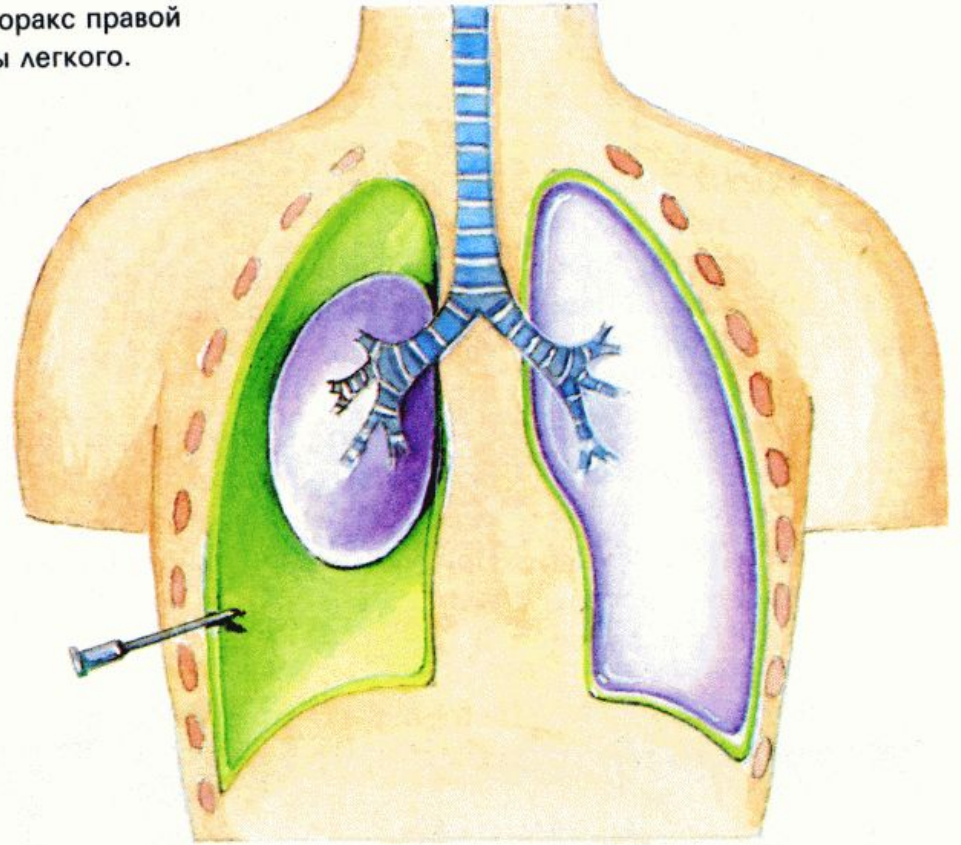
Каждое легкое погружено в серозный мешок. Он образован внутренним, висцеральным листком, покрывающим легкое и наружным – париетальным, срастающимся со стенкой грудной полости.

Между ними *плевральная полость* с давлением ниже атмосферного и *серозной* жидкостью.

Дыхательная система



Пневмоторакс правой
половины легкого.



Если принять атмосферное давление за нулевое, то при вдохе давление в плевральной полости равно:

- 9 мм рт. ст., при выдохе: - 4 мм рт. ст.

Если при ранении давление в плевральной полости становится равным атмосферному, легкое перестает растягиваться при вдохе, это явление называется **пневмотораксом**.

Подведем итоги:

Энергия, необходимая для жизнедеятельности клеток человека, образуется в результате двух процессов:

Гликолиза и кислородного окисления.

Отверстия, через которые воздух из носовых полостей попадает в носоглотку, называются:

Хоаны.

Во время глотания надгортанник:

Опускается, закрывает вход в гортань.

При дыхании голосовая щель имеет форму:

Треугольника, голосовые связки раздвигаются.

Легкие снаружи покрыты () и находятся каждое в своей:

Покрываются легочной плеврой, находятся в своей плевральной полости.

Давление в плевральной полости всегда:

Отрицательное.

Явление, когда в плевральную полость при ранении попадает воздух, называется (), при этом легкое:

Пневмоторакс, легкое спадается.

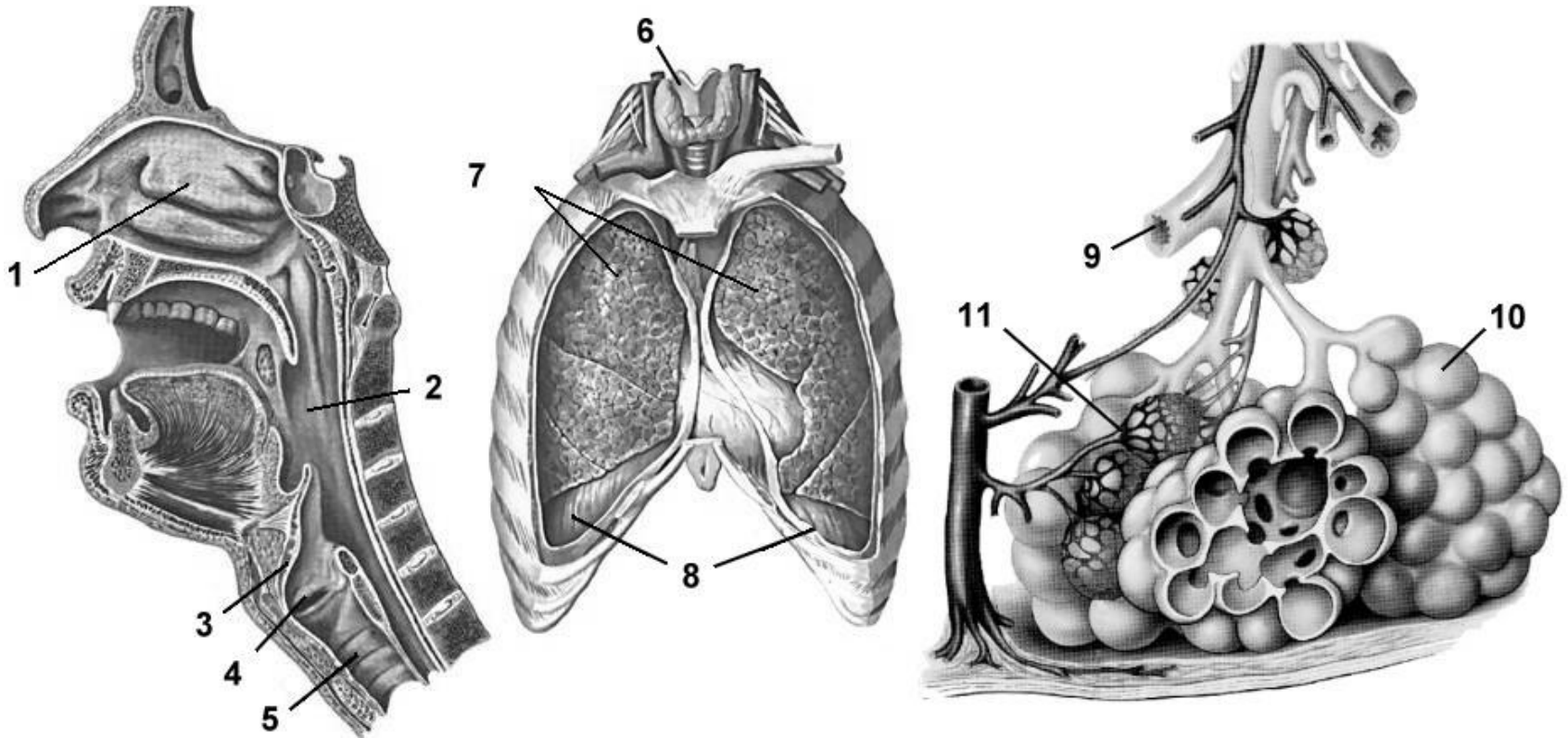
Альвеолы изнутри покрыты:

Сурфактантом.

Общая поверхность газообмена в легких около:

120 м².

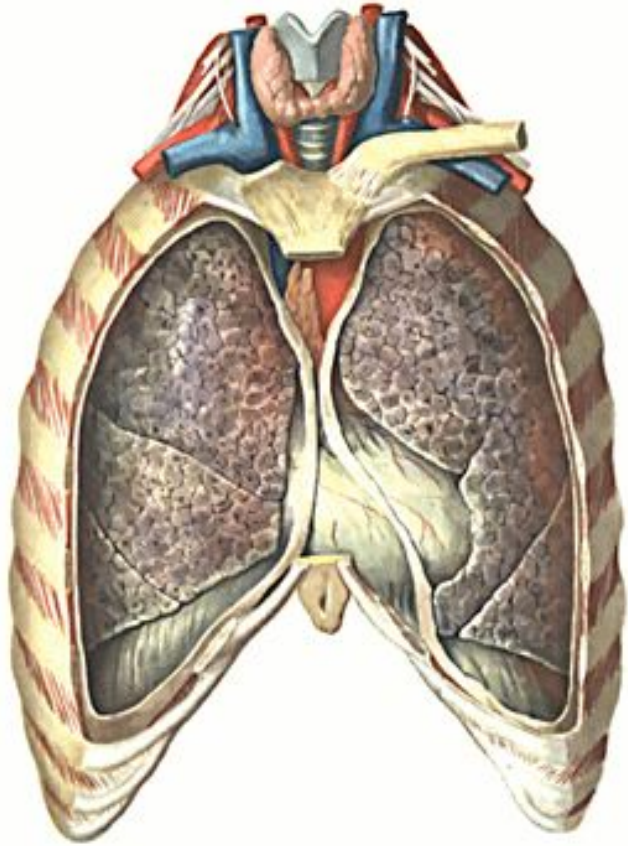
Подведем итоги. Что обозначено на рисунке:



- 1 – складки в носовой полости
- 2 – носоглотка
- 3 – надгортанник
- 4 – голосовые связки
- 5 – трахея
- 6 – щитовидный хрящ

- 7 – легкие
- 8 – плевральные полости
- 9 – бронхиолы
- 10 – альвеолы
- 11 – капилляры, оплетающие альвеолы

Жизненная емкость легких



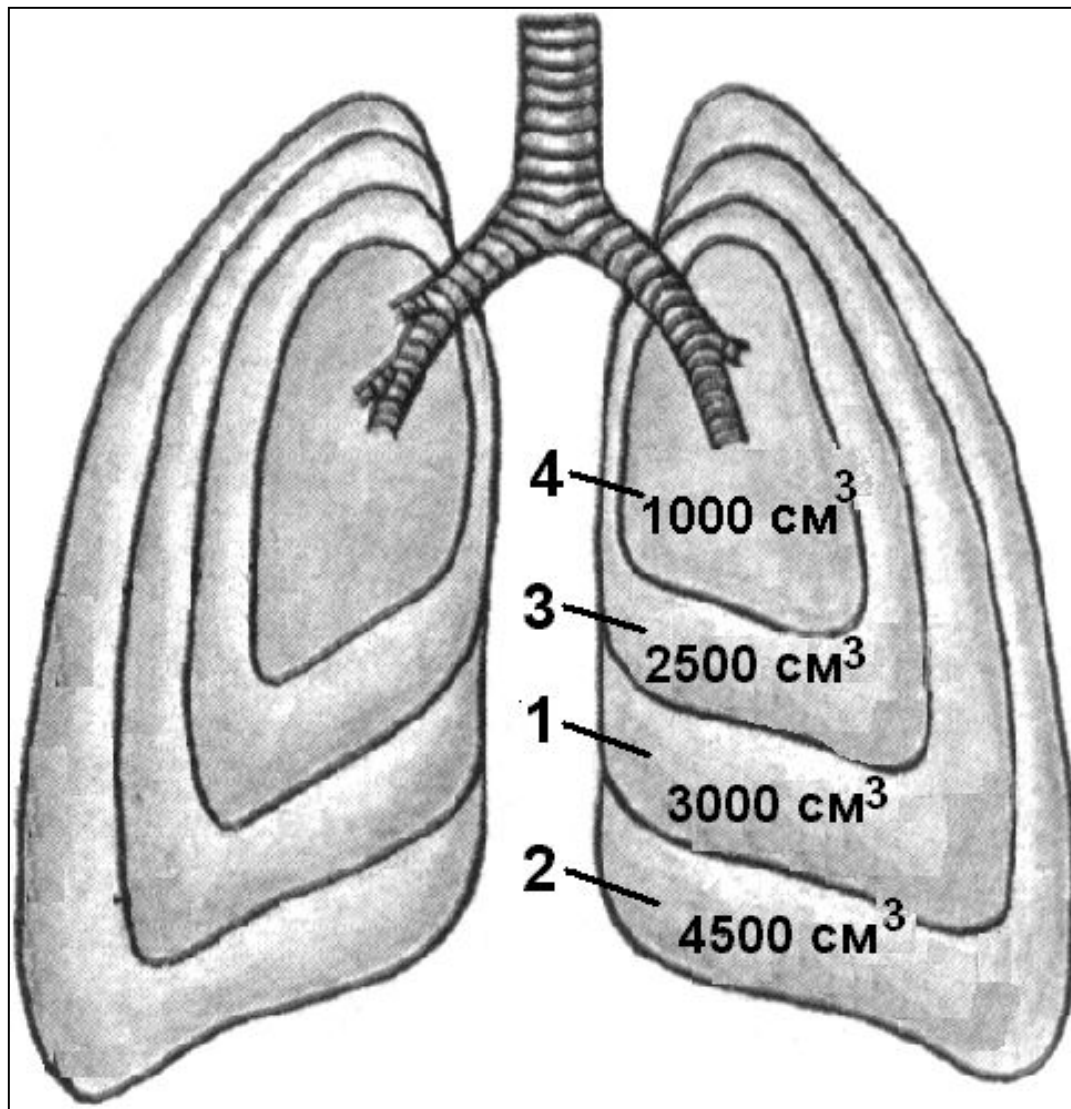
Вдох вызывается сокращением дыхательных мышц – *наружных межреберных* и *диафрагмы*, при этом грудная клетка поднимается, диафрагма уплощается.

Выдох в покое у человека осуществляется пассивно под действием эластической тяги легких, которая возвращает объем легких к исходной величине. При выдохе наружные межреберные мышцы расслабляются, и грудная клетка опускается. Органы брюшной полости давят на диафрагму, она приподнимается, объем грудной полости уменьшается.

При глубоком выдохе сокращаются *внутренние межреберные* мышцы и мышцы живота.

Различают два типа дыхания – у юношей преобладает брюшной тип дыхания – за счет диафрагмы, у девушек – грудной тип дыхания, за счет мышц грудной клетки.

Жизненная емкость легких



ЖЕЛ – максимальное количество воздуха, которое может выдохнуть человек после самого глубокого вдоха.

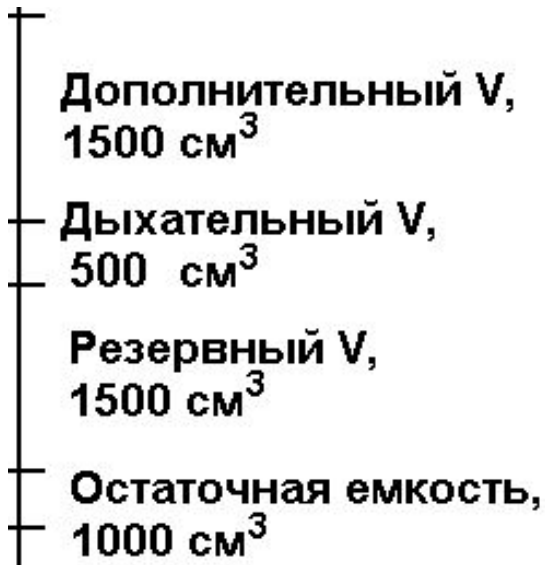
Слагается из **дыхательного, дополнительного, резервного** объемов воздуха.

Дыхательный объем – количество воздуха, которое вдыхается и выдыхается при спокойном дыхании.

Объем воздуха, который человек может вдохнуть после спокойного вдоха, называется **дополнительным**.

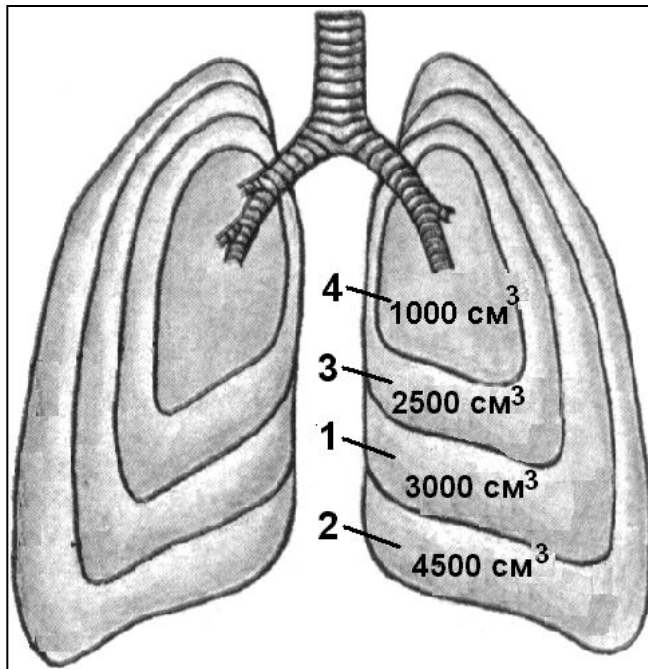


Жизненная емкость легких



Объем воздуха, который человек может выдохнуть после спокойного выдоха, называется **резервным**.

В легких всегда остается **остаточный** объем, объем воздуха, который человек не может выдохнуть (около 1000 см³).

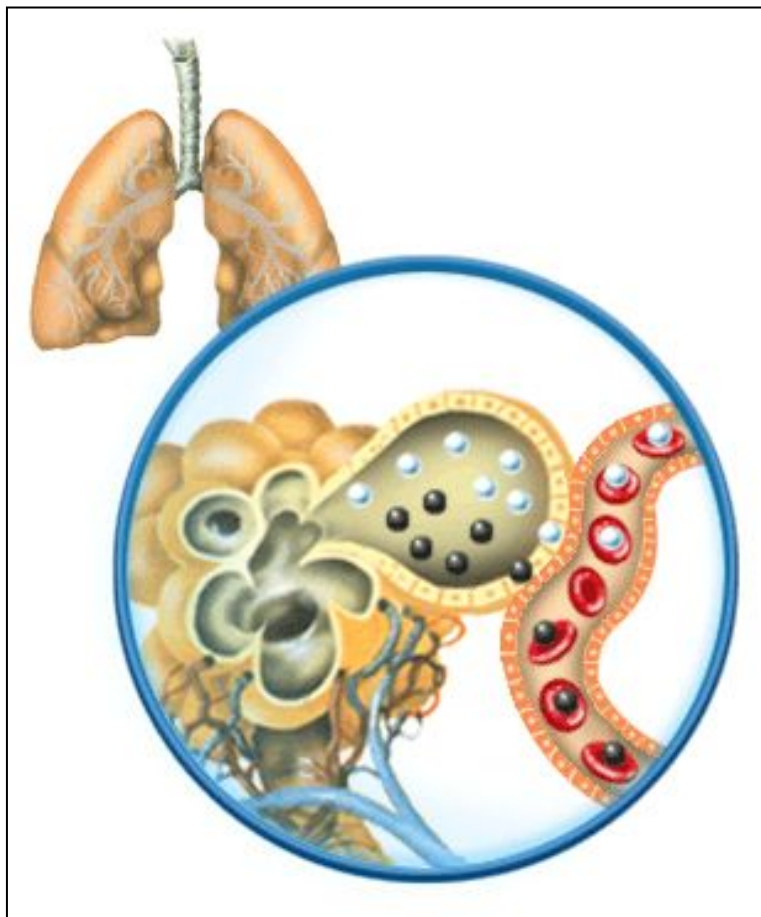


Дыхательное мертвое пространство – объем дыхательных путей, в котором не происходит газообмена (около 150 см³).

Измеряется жизненная емкость легких с помощью **спирометра**.

Что обозначено на рисунке цифрами 1 – 4?

Жизненная емкость легких



Во время вдоха поступающий в легкие воздух смешивается с воздухом, уже находившимся в дыхательных путях после выдоха, т.к. даже альвеолы полностью не спадаются при выдохе.

Содержание газов во вдыхаемом, и выдыхаемом воздухе (в %).

Воздух	Кислород	CO ₂	Азот, водяные пары
Вдыхаемый	20,9	0,03	79,1
Выдыхаемый	16	4,5	79,5

Жизненная емкость легких

Признаки для сравнения	Вдыхаемый воздух	Выдыхаемый воздух	Альвеолярный воздух
Кислород	20,94%	16,1%	14,0%
Углекислый газ	0,03%	4%	5,6%
Азот, водяные пары	79,03%	79,9%	80,4%

Почему в составе альвеолярного воздуха кислорода меньше, чем в выдыхаемом?

При выдохе альвеолярный воздух смешивается с воздухом мертвого пространства, и процентное соотношение кислорода становится больше.

Почему в составе альвеолярного воздуха углекислого газа больше, чем в выдыхаемом воздухе?

При выдохе альвеолярный воздух смешивается с воздухом мертвого пространства, и процентное соотношение углекислого газа становится меньше.

Жизненная емкость легких

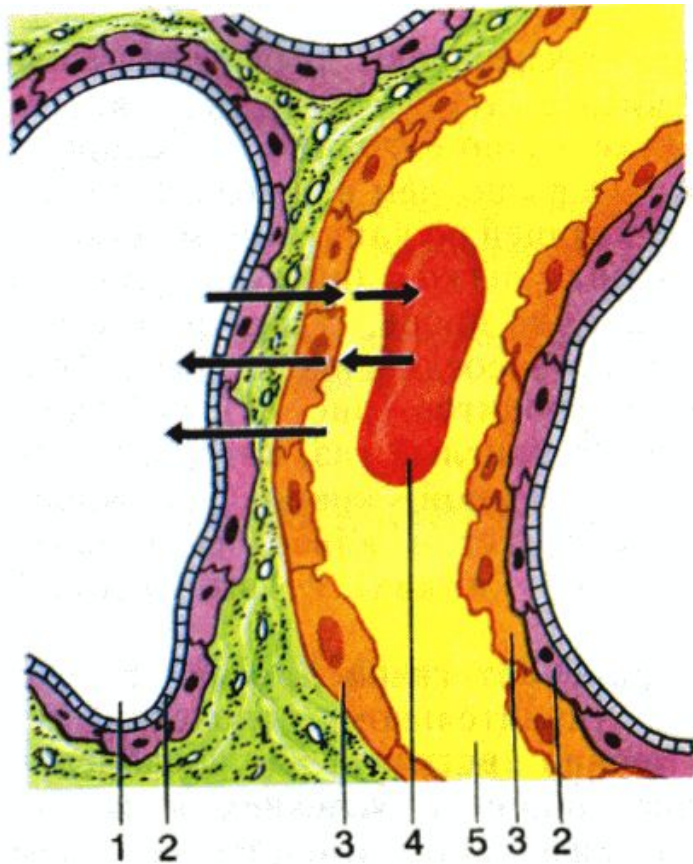


Рис. 72. Обмен газов в легких:
1 — просвет альвеолы, 2 — стенки альвеол, 3 — стенки кровеносных капилляров, 4 — эритроцит в просвете кровеносного капилляра, 5 — просвет кровеносного капилляра.

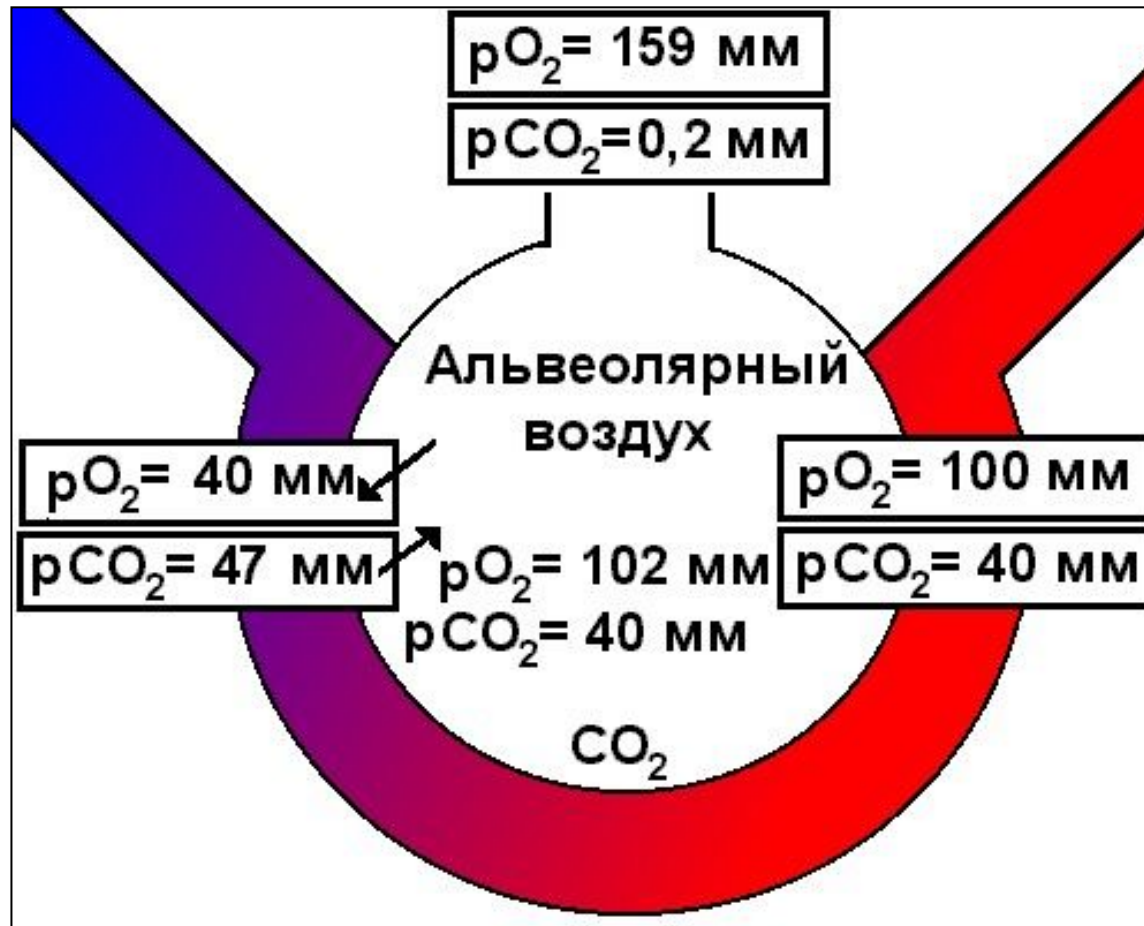
Газообмен в легких и тканях подчиняется законам движения газов в соответствии с их парциальным давлением.

Парциальное давление – давление газа, которое приходится на его долю от общего давления смеси газов.

Так, если атмосферное давление 760 мм рт. ст. и в атмосферном воздухе содержится 20,94% кислорода, 0,03% углекислого газа и 79,03% азота, то легко рассчитать парциальное давление каждого газа в отдельности.

100% смеси газов – 760 мм рт. ст.
20,94% кислорода – x

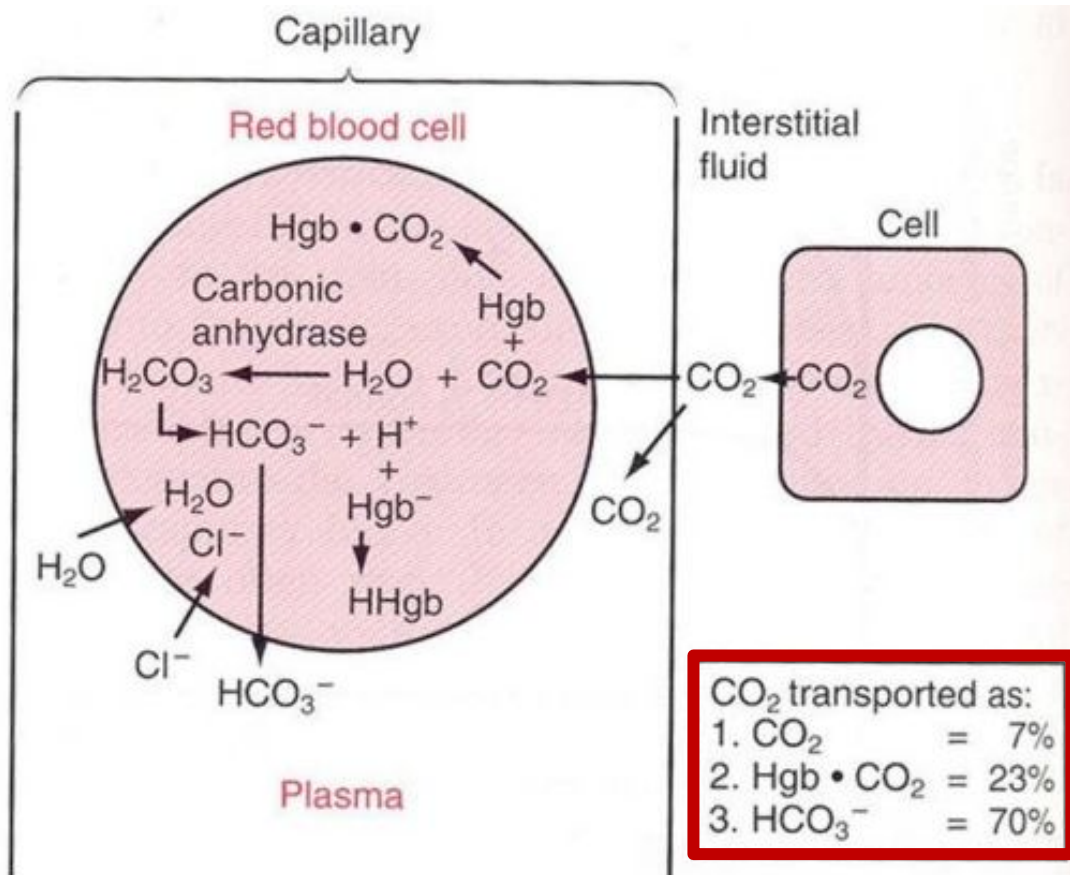
Жизненная емкость легких



В альвеолах парциальное давление кислорода 102 мм рт. ст., в венозной крови – 40 мм рт. ст., кислород переходит из альвеолярного воздуха в кровь.

Парциальное давление углекислого газа выше в венозной крови (47 мм рт. ст.), чем в альвеолярном воздухе (40 мм рт. ст.) и он диффундирует в альвеолы.

Жизненная емкость легких

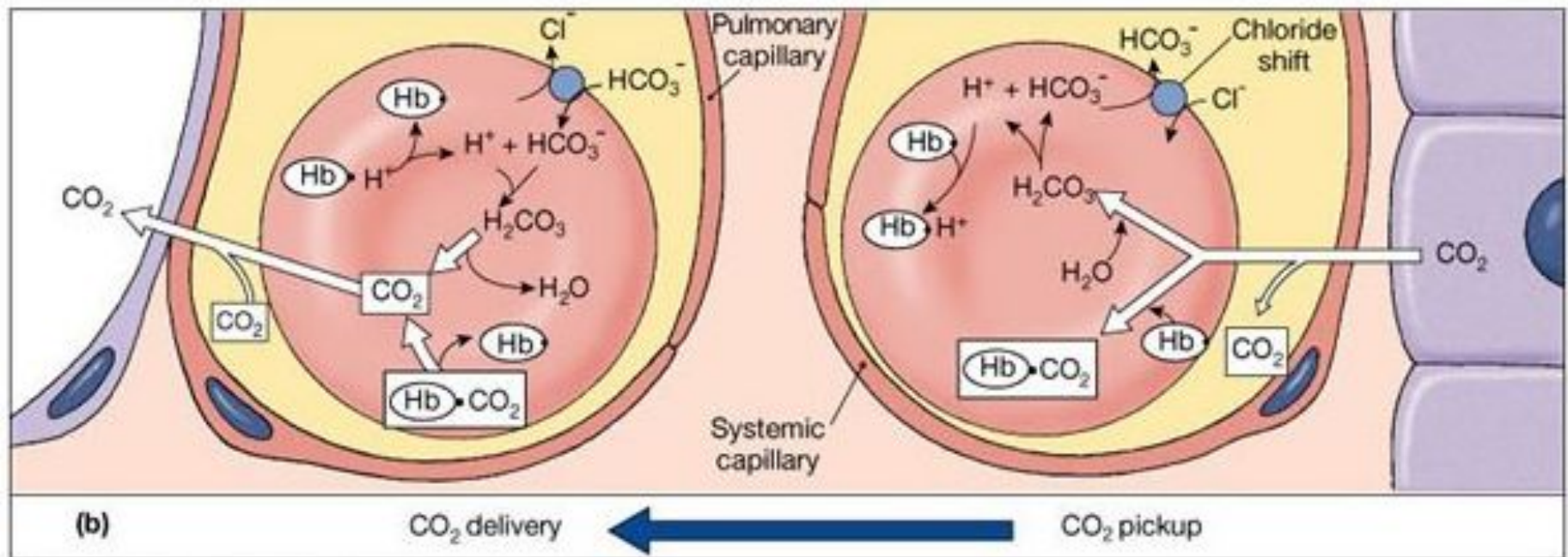
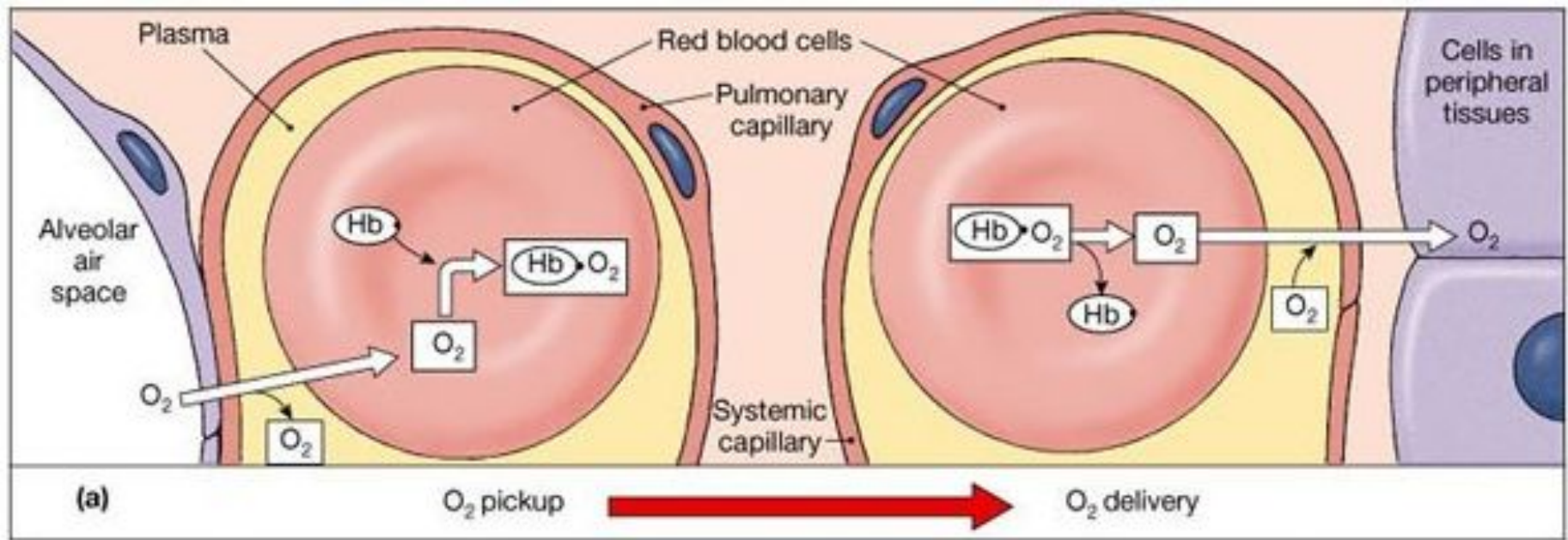


Кислород транспортируется в растворенном состоянии (менее 1%), и в соединении с Hb (99%) в форме **оксигемоглобина** Hb(O₂)₄.

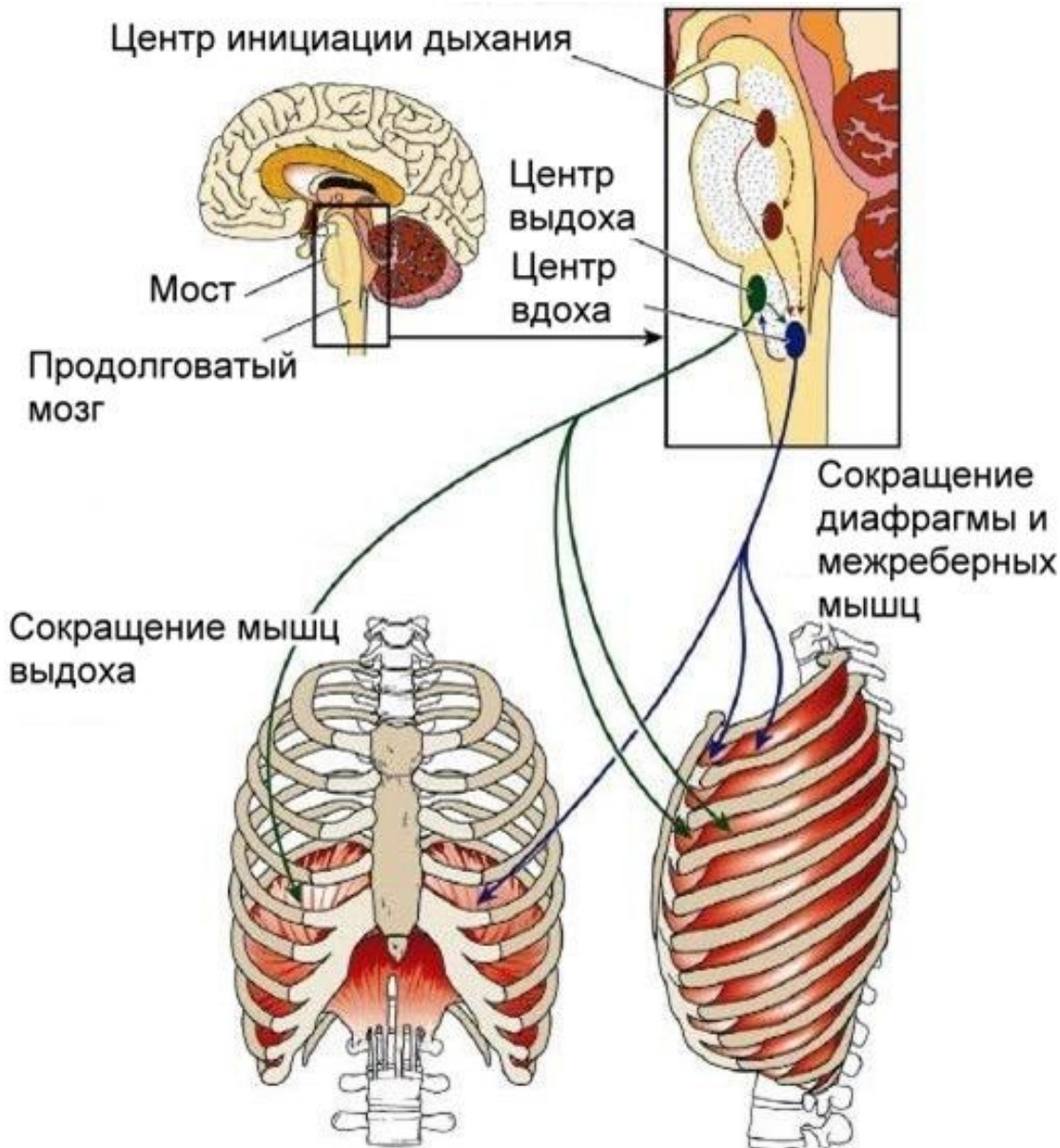
Около 7% CO₂ транспортируется плазмой крови в **растворенном состоянии**;

Около 23% CO₂ транспортируется в форме **карбгемоглобина** HbCO₂;

Остальная часть с помощью фермента **карбоангидразы** превращается в H₂CO₃, которая тут же диссоциирует на H⁺ и HCO₃⁻. Протоны связываются с гемоглобином, большая часть бикарбонатов выводится в плазму крови и связывается с ионами Na⁺ образуя NaHCO₃, меньшая часть остается в эритроцитах в **форме бикарбоната калия** – KHCO₃. **70% образовавшейся угольной кислоты** транспортируется в виде бикарбонатов щелочных металлов.



Жизненная емкость легких



Продолговатый мозг.

Рефлекторные функции связаны с регуляцией работы органов **дыхания, пищеварения и кровообращения**; здесь находятся центры защитных рефлексов – **кашля, чихания, рвоты, мигания, слезоотделения.**

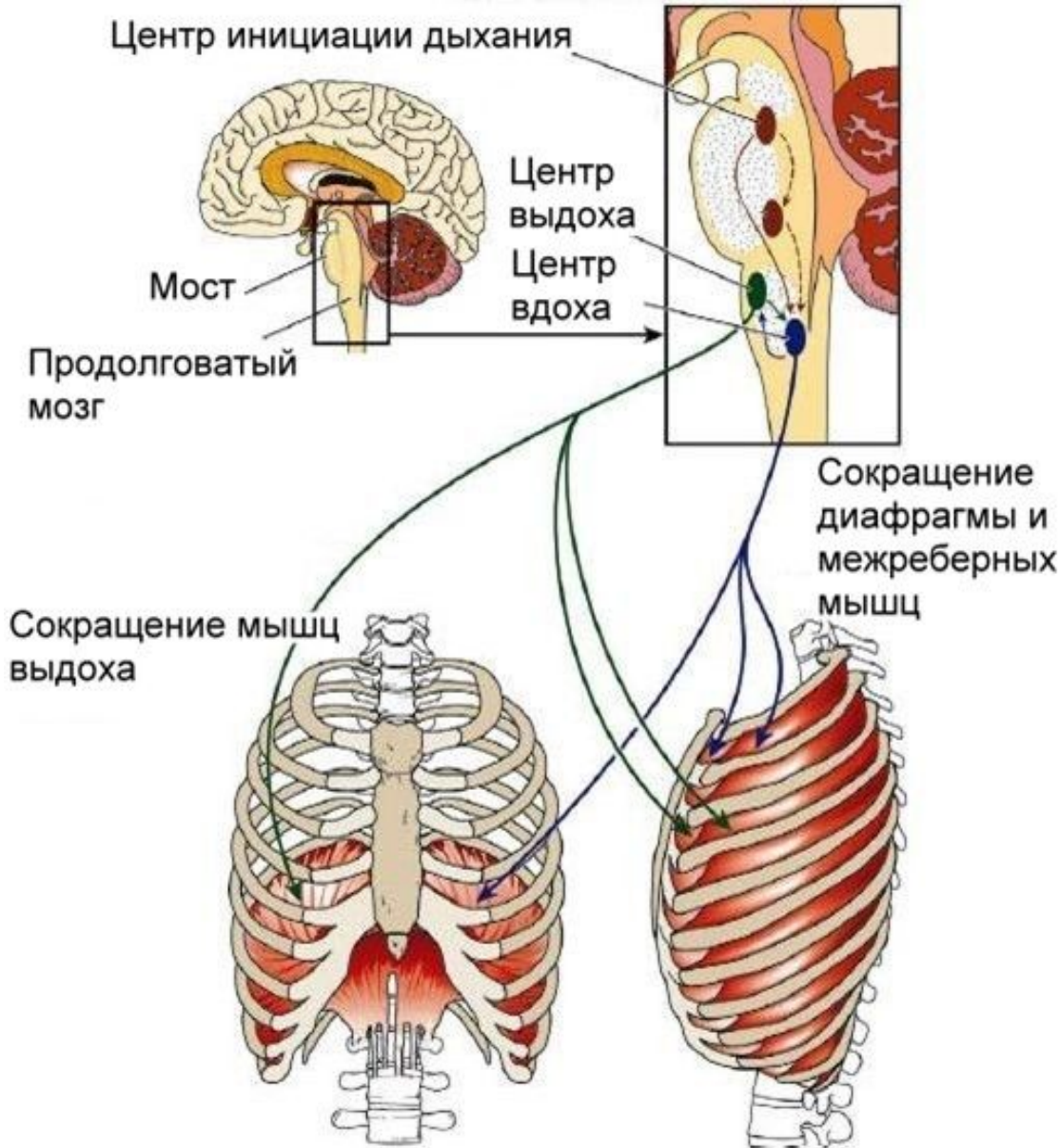
Нервная регуляция

осуществляется дыхательными центрами продолговатого мозга - центром вдоха и выдоха.

Центру вдоха

(инспираторному) свойственна **автоматия, раз в 4 с здесь возникает** возбуждение, которое проводится к дыхательным мышцам, происходит вдох.

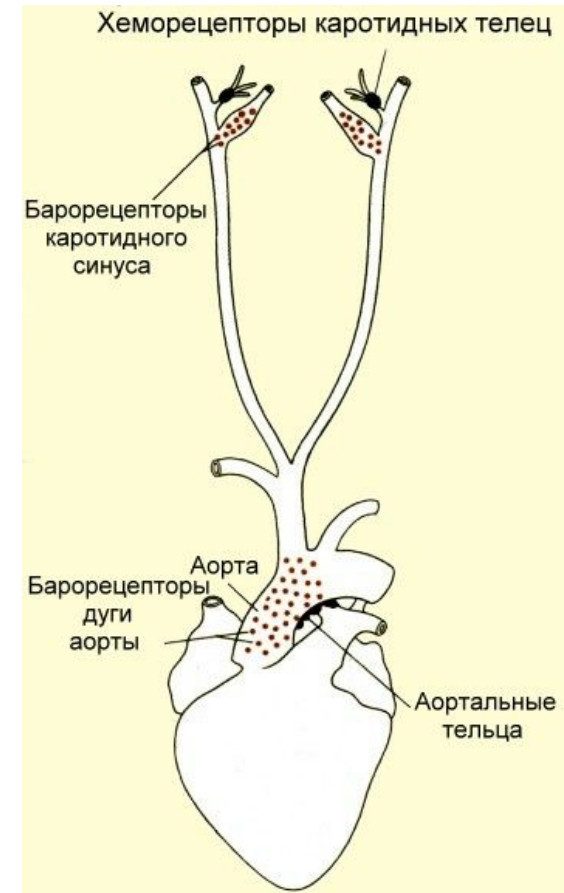
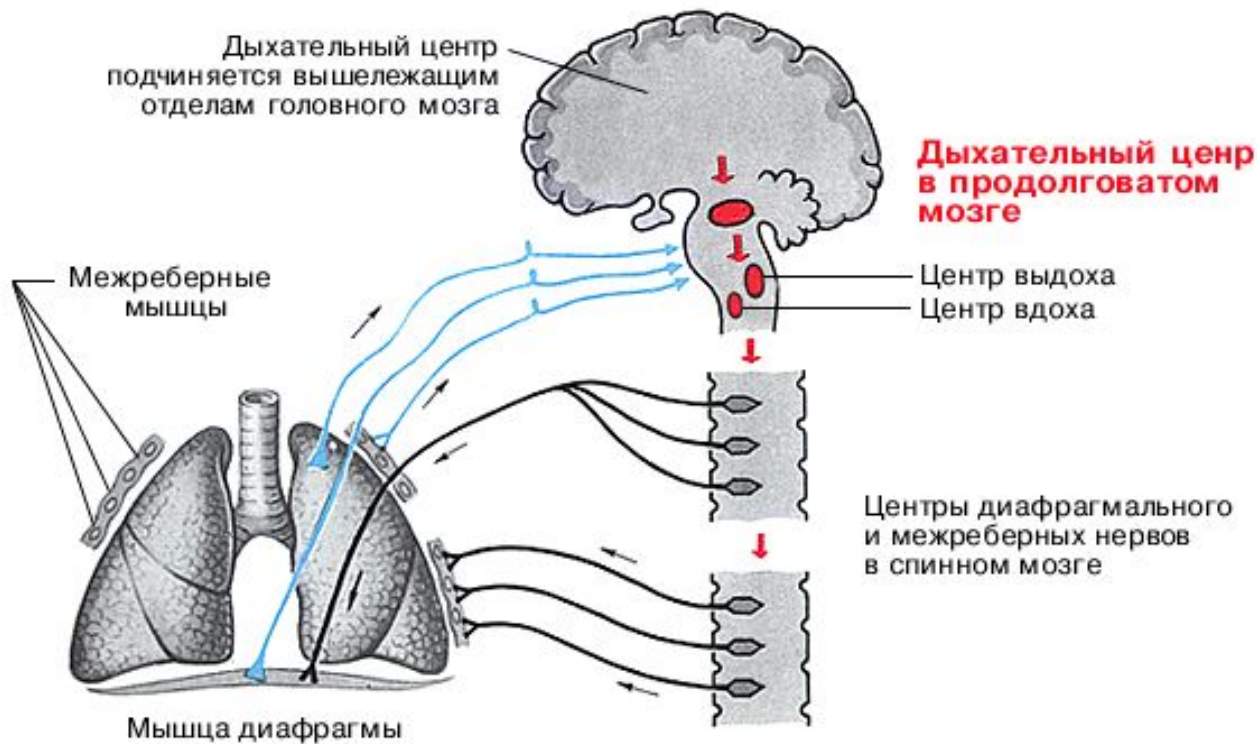
Жизненная емкость легких



При растяжении альвеол происходит возбуждение рецепторов в их стенках, возбуждается **центр выдоха (экспираторный)** и тормозится центр вдоха. Происходит выдох, стенки альвеол спадаются, происходит возбуждение рецепторов на сжатие, от которых импульсы проводятся в центр вдоха и начинается вдох.

Таким образом, вдох рефлекторно вызывает выдох, а выдох – вдох. На дыхательные движения оказывает влияние и кора больших полушарий.

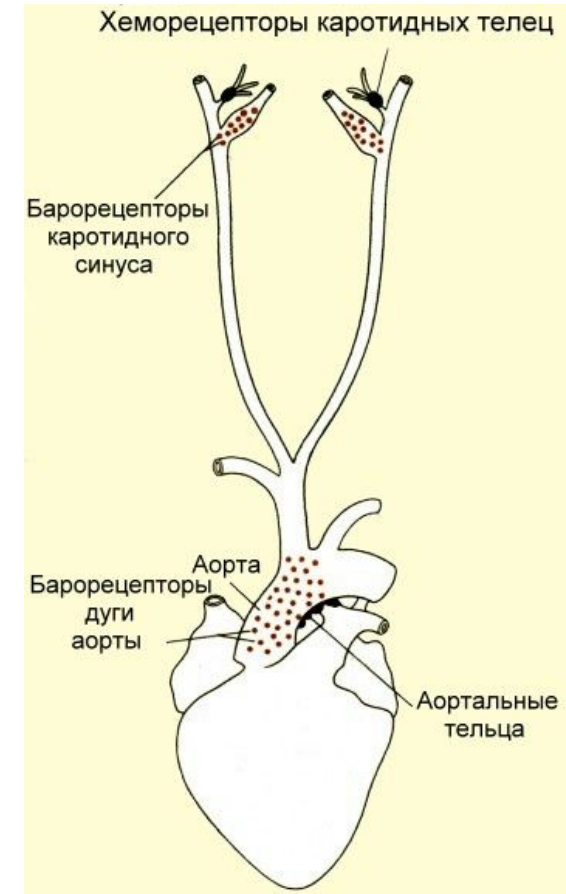
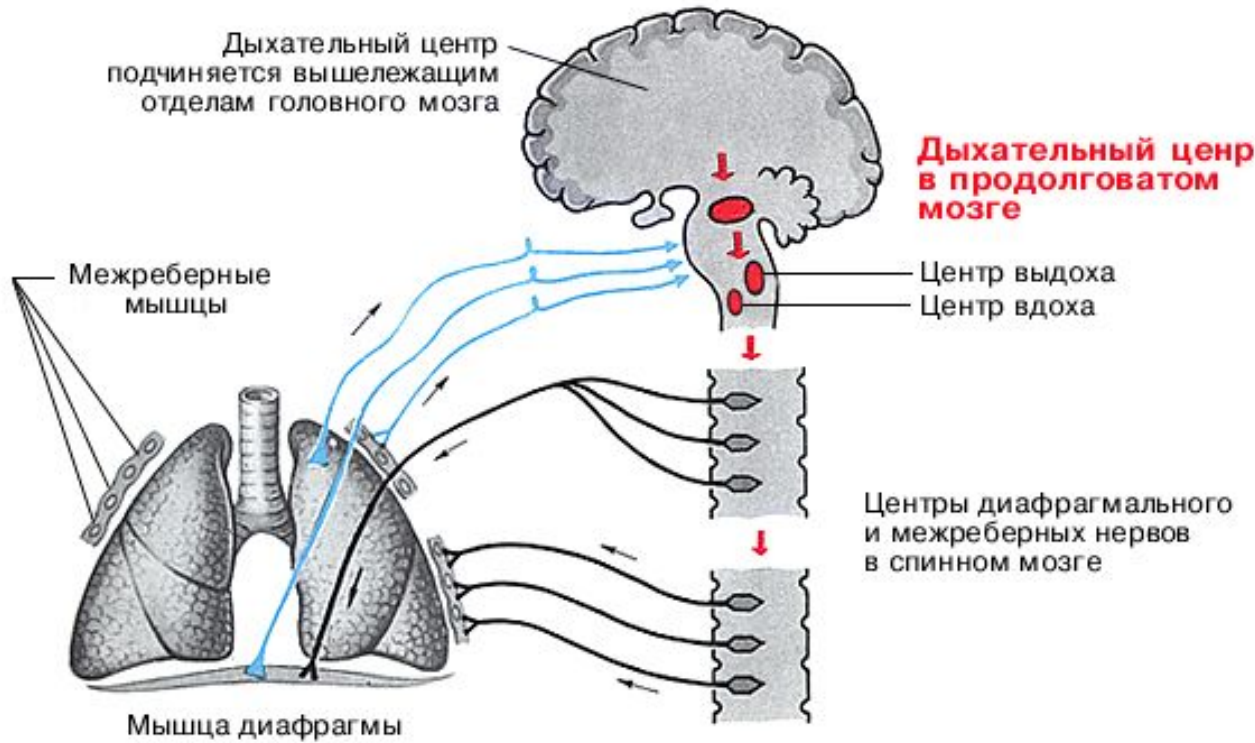
Регуляция дыхания



В гуморальной регуляции дыхания принимают участие **хеморецепторы**, расположенные в сосудах и продолговатом мозге.

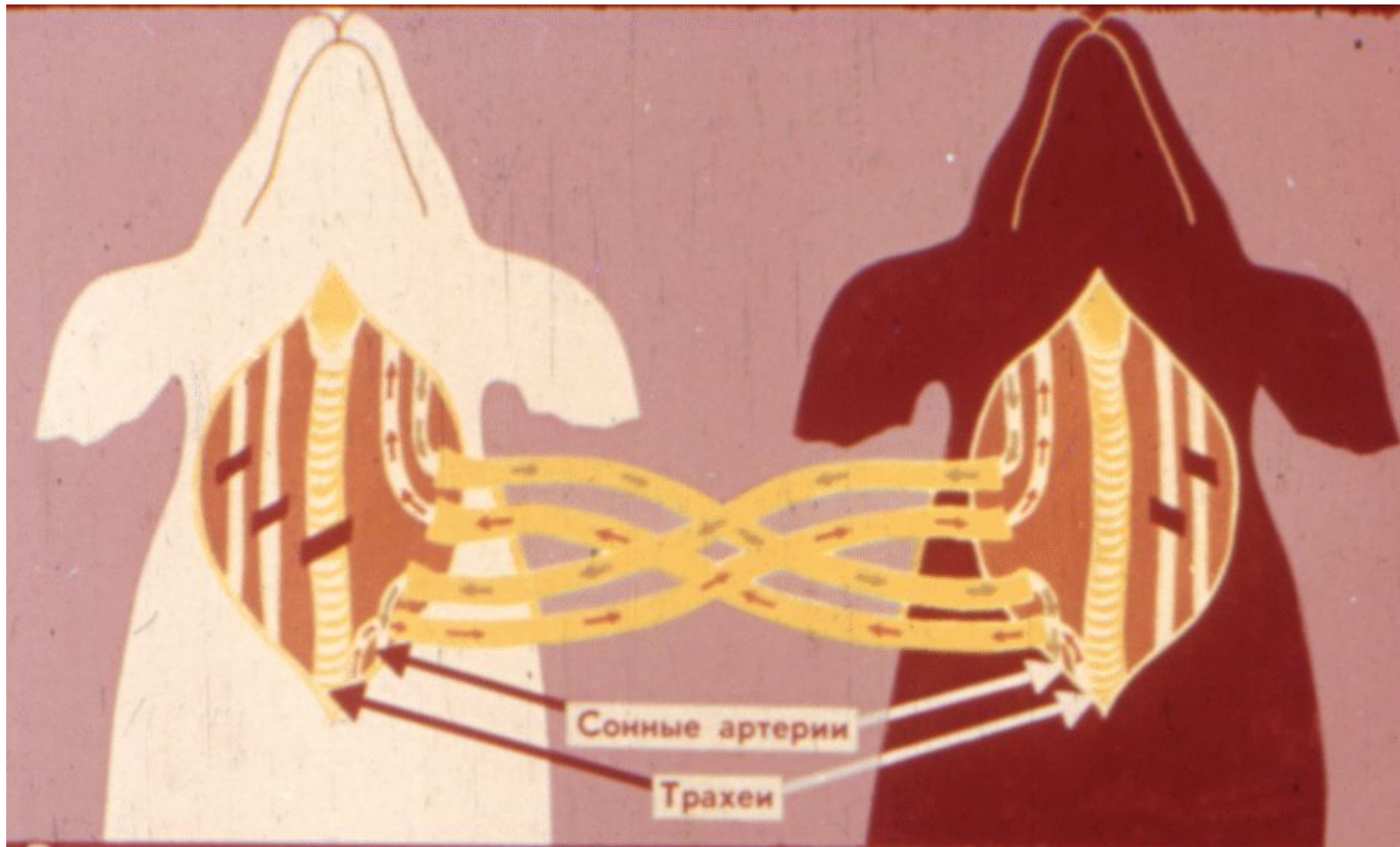
Периферические хеморецепторы находятся в стенке дуги аорты и каротидных синусов. Они реагируют на напряжение углекислого газа и кислорода в крови.

Регуляция дыхания



Рецепторные нейроны продолговатого мозга чувствительны к катионам водорода. Рецепторы реагируют **на протоны**, которые накапливаются в межклеточной и спинномозговой жидкости в результате поступления в них углекислого газа. Под влиянием катионов водорода дыхание учащается и углубляется.

Регуляция дыхания



Впервые влияние состава крови на деятельность дыхательного центра было доказано на опыте с перекрестным кровообращением.

Подумайте, как изменится дыхание у черной собаки, если у белой собаки зажать трахею?

Опыт с перекрестным кровообращением.



Рис. 56. Откачивание утопленника

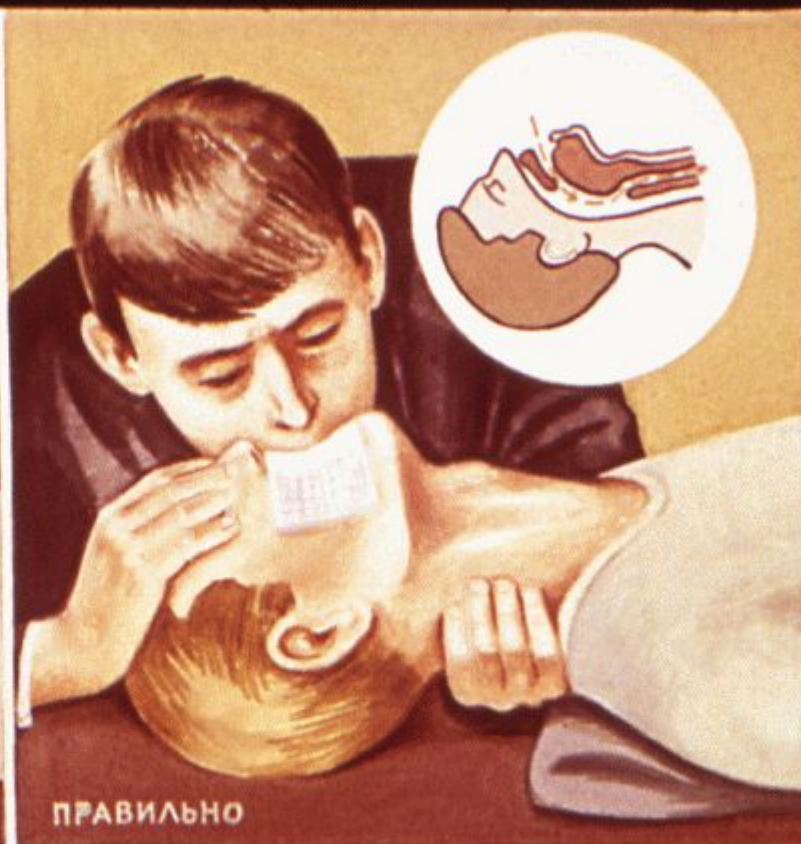


Рис. 57. Искусственное дыхание



Наиболее просто осуществлять дыхание «рот в рот» или «рот в нос». Пострадавшего кладут на спину, а под лопатки подкладывают валик из одежды. Голову откидывают назад так, чтобы шея с подбородком составляла одну линию.

Оказывающий помощь становится на колени сбоку от пострадавшего, поддерживая его голову за темя и под шею. Он сначала делает глубокий вдох, затем свой воздух выдыхает, нагнетая его в рот пострадавшего. Эта процедура осуществляется 12-20 раз в 1 мин. При этом губы спасателя должны плотно охватывать рот пострадавшего, чтобы предотвратить утечку воздуха. Выход воздуха через нос предотвращают, прижимаясь щекой к ноздрям пострадавшего. Если рот пострадавшего открыть не удастся, воздух закачивают через нос, зажимая рукой рот, чтобы воздух оттуда не выходил. Выдох у пострадавшего, как и при нормальном дыхании, осуществляется пассивно. Искусственное дыхание, не прерывая ни на минуту, производят до восстановления самостоятельного устойчивого дыхания.



В случае нарушения или остановки дыхания применяют искусственное дыхание способом «изо рта в рот». При неправильном положении пострадавшего воздух в его легкие не поступит. Дыхание проводят ритмично с частотой 16—18 раз в мин.

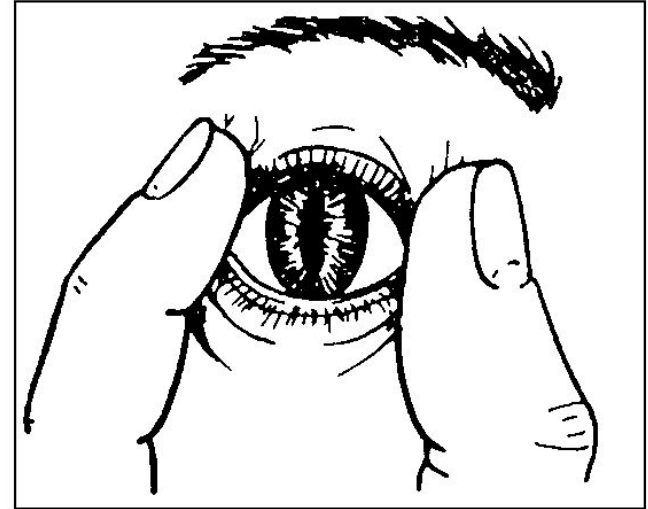


Высыхание роговицы
«селёдочный блеск»



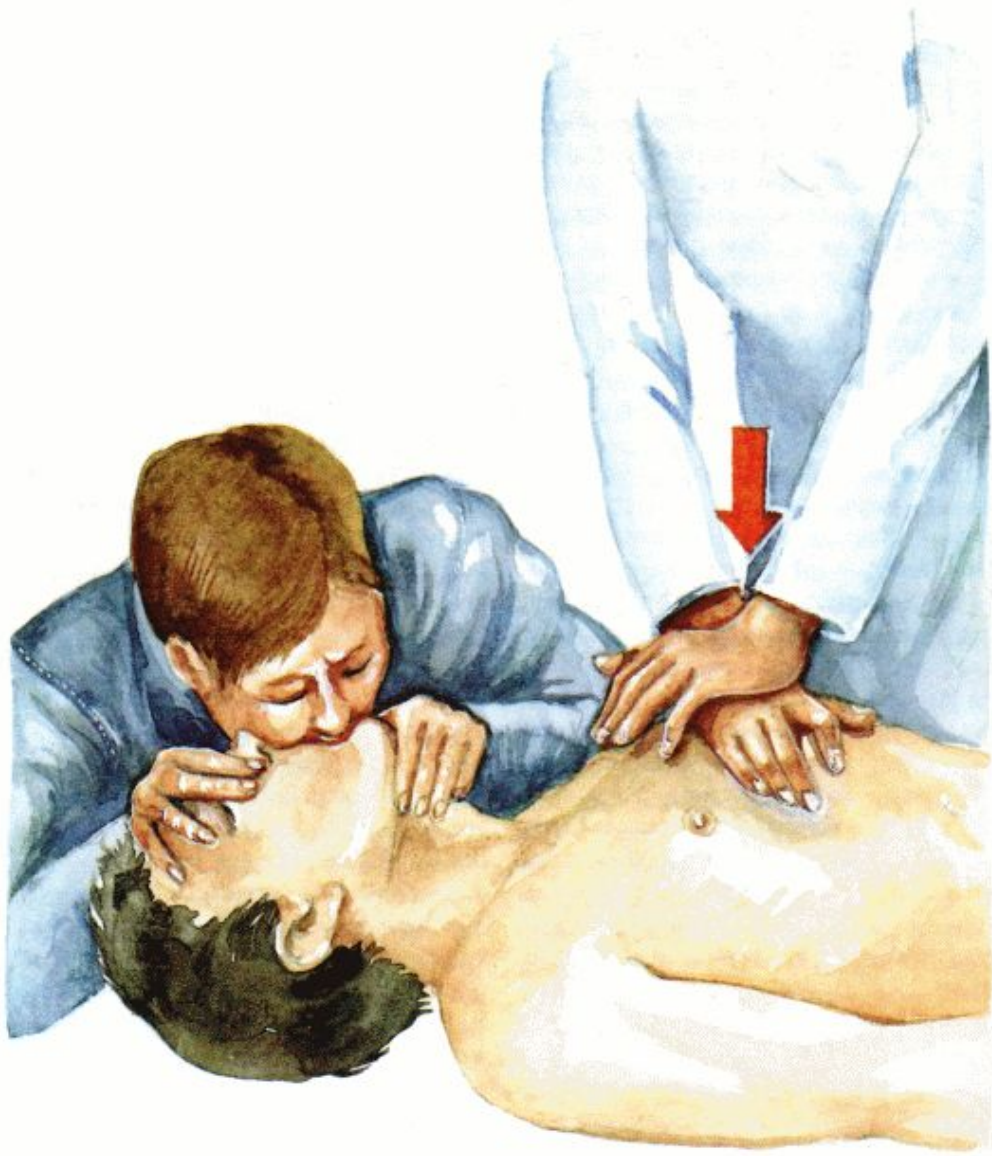
Деформация зрачка
«кошачий зрачок»

ПРИЗНАК БИОЛОГИЧЕСКОЙ СМЕРТИ



Изменение формы зрачка – «кошачий зрачок» (симптом Белоглазова)

В результате несчастного случая (тяжелая травма, утопление, поражение электрическим током или молнией, тяжелое отравление и т.д.) у человека может произойти остановка сердца или как говорят медики **«состояние клинической смерти»**. Состояние клинической смерти длится обычно **4-5 минут**, затем в организме пострадавшего начинают развиваться необратимые процессы против которых медицина бессильна (**биологическая смерть**).



Если около пострадавшего находится один человек, он производит искусственное дыхание и массаж в следующем порядке: два-три вдувания через рот или нос, шесть-восемь нажатий на грудную клетку.

Если около пострадавшего находятся двое, то один производит искусственное дыхание, а второй – непрямой массаж сердца, надавливая на грудину на глубину 4 – 5 см. Необходимо повторять эти движения с частотой не менее 60 раз в 1 мин (1 сдвливание в 1 с), в следующем ритме: одно вдувание воздуха – пять массажных движений.

Гигиена дыхания

Содержащийся в табаке никотин является сильным ядом для организма. Он оказывает вредное воздействие на все органы дыхательной системы, способствует сужению кровеносных сосудов. **Курящие люди значительно чаще болевают хроническим бронхитом, раком легких, туберкулезом и астмой.**

С одной затяжкой курящий вводит в свой организм десятки ядовитых веществ, содержащихся в табачном дыме. **При этом происходит гибель клеток реснитчатого эпителия, усиленное выделение слизи и воспаление голосовых связок.** При каждой затяжке нарушается обогащение крови кислородом: часть гемоглобина прочно соединяется с угарным газом и не может участвовать в нормальном дыхании. В результате клетки организма не получают необходимого количества кислорода и не могут избавляться от углекислого газа. Эти поначалу незаметные нарушения дыхания отражаются на нормальной работе многих физиологических систем организма курящего человека и являются причиной возникновения многих хронических болезней.



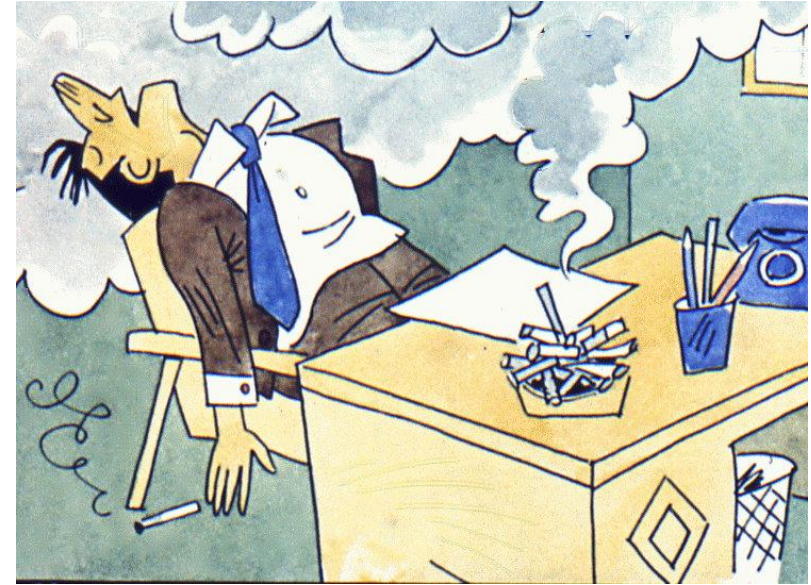
Что легче – воздух (29 г/моль), углекислый газ или угарный газ?

$M(\text{CO}_2) = 12 + 16 \times 2 = 44$ г/моль.

$M(\text{воздух}) = 29$ г/моль, углекислый газ в 1,5 раза тяжелее воздуха.

$M(\text{CO}) = 12 + 16 = 28$ г/моль, угарный газ легче воздуха.

Гигиена дыхания



Благодаря тому, что **углекислый газ в 1,5 раза тяжелее воздуха**, он может накапливаться в нижней части замкнутых пространств, где идет интенсивное разложение органических веществ: в силосных ямах, бродильных чанах. В воздухе герметически закрытых помещений содержание углекислого газа тоже может возрастать до величин, опасных для человека. Этот газ возбуждает дыхательный центр. **Поэтому при повышении концентрации углекислого газа до 2-3% у человека углубляется и учащается дыхание, а при 4-5% появляются первые признаки отравления. При достижении концентрации 10-12% наступает быстрая потеря сознания и смерть.** Так как углекислый газ не имеет запаха, не вызывает раздражения дыхательных путей и вообще никак не ощущается, места его скопления являются коварными ловушками для всего живого.

Подведем итоги:

Что обозначено цифрами 1 – 4?

1 – дыхательный объем;

2 – дополнительный объем;

3 – резервный объем;

4 – остаточная емкость легких.

Чему равен дыхательный объем легких, изображенных на рисунке?

500 см³.

Чему равен резервный объем легких?

1500 см³.

Чему равен дополнительный объем легких?

1500 см³.

Чему равен остаточный объем легких?

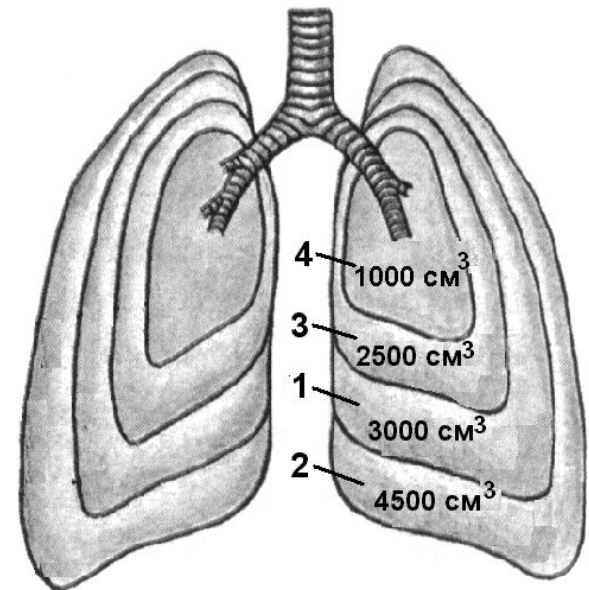
1000 см³.

Чему равна жизненная емкость легких?

3500 см³.

Чему равен объем «мертвого пространства»?

150 см³.



Подведем итоги. Верные суждения:

Диафрагма относится к дыхательным мышцам.

Да.

Между легочной и пристеночной плеврой имеется плевральная полость, общая для обоих легких.

Нет, каждое легкое в своей полости.

Внутригрудное давление меньше атмосферного и обеспечивает растяжение легких при вдохе.

Да.

Дыхательный центр находится в промежуточном мозге, в его состав входит центр вдоха и центр выдоха.

Нет.

Гуморальная регуляция дыхания связана, в основном, с измерением количества кислорода в крови.

Нет.

В кровеносной системе имеются хеморецепторы, чувствительные к изменениям напряжения углекислого газа и кислорода в крови.

Да.

В альвеолах легких заложены механорецепторы растяжения и сжатия, обеспечивающие дыхательные рефлексы – при растяжении альвеол возбуждение активирует центр выдоха, при сжатии – центр вдоха.

Да.

Подведем итоги. Верные суждения:

Жизненная емкость легких состоит из дыхательного (покойных вдох), резервного (глубокий выдох), дополнительного (глубокий вдох) и остаточного объемов.

Нет, остаточный объем не входит в жизненную емкость легких.

70% углекислого газа транспортируется в виде солей угольной кислоты – гидрокарбонатов калия и натрия.

Да.

Соединение углекислого газа с гемоглобином называется карбоксигемоглобином.

Нет, карбогемоглобином.

Газообмен в легких происходит в результате разности парциальных давлений газов и диффузии вследствие этой разности.

Да.

"Мертвое пространство" – это воздух, находящийся в дыхательных путях.

Да.

Объем мертвого пространства не входит в жизненную емкость легких и составляет около 140-150 мл.

Да.

Сокращения наружных межреберных мышц поднимают грудную клетку при вдохе.

Да.

Олимпиадникам

Определите объем и массу кислорода, который потребляет организм человека за сутки, если количество кислорода, отданное тканям каждые 100 мл крови составляет 7 мл. Минутный объем выброшенной сердцем крови равен 5 литрам.

1. Определим объем кислорода, отданный тканям за сутки:

Минутный объем выброшенной крови 5000 мл.

100 мл отдает – 7 мл O₂

*5000 мл * 60 * 24 отдает – x*

*x = 7 * 5000 * 60 * 24 / 100 = 504 л.*

2. Определим массу кислорода:

Моль любого газа – 22,4 л;

32 г (O₂) – 22,4 л,

*x г – 504 л. Отсюда x = 32 * 504 / 22,4 = 720 г.*

Олимпиадникам

В одном литре воздуха содержится 210 мл O_2 . Сколько O_2 содержится в литре выдыхаемого воздуха, если его массовая доля меньше на 0,04 чем во вдыхаемом воздухе.

210 мл – 21%. 0,04 – 4%. 21 – 4 = 17% или 170 мл.

Выдыхаемый воздух содержит 18% кислорода (на 3% меньше, чем вдыхаемый). Рассчитайте сколько кислорода потребляет ученик за 40 минут урока, если в минуту он делает 18 дыхательных движений, поглощая каждый раз по 500 см^3 воздуха.

Находим количество воздуха , поглощенного за 1 мин и за 40 мин: $500 \times 18 \times 40 = 360\,000 \text{ см}^3$. 3% от этого объема приходится на поглощенный кислород – $10\,800 \text{ см}^3 = 10,8 \text{ л}$.

Ломоносова 2014 г.

Масса мышц 70-килограммового человека равна примерно 35 кг. Кровоток и потребление кислорода в покое практически равны и составляют 20% от общего для организма. Каково потребление кислорода (в г кислорода/100 г массы за мин), если считать, что мышцы утилизируют весь кислород из крови.

1. Определяем, сколько кислорода попало в мышцы за 1 минуту:

Потребление кислорода рассчитываем исходя из дыхательного объема 0,5 л /мин и частоты дыхания 16 вдохов-выдохов за минуту. Доля кислорода во вдыхаемом воздухе = 21%, в выдыхаемом = 16%. Отсюда количество поглощённого кислорода: 21% - 16% = 5% от прошедшего через лёгкие воздуха. За минуту через лёгкие проходит $0,5 \cdot 16 = 8$ л воздуха, а значит поглощается $8 \cdot 0,05 = 0,4$ л кислорода. Учитывая долю получаемой крови и потребляемого кислорода, потребление кислорода мышцами в покое = $0,4 \cdot 0,2 = 0,08$ л.

2. Переведем в граммы:

32 г кислорода (1 моль) – это 22,4 л

X г – это 0,08 л

Следовательно, $X = 0,11$ г O_2 всеми мышцами в минуту.

3. Рассчитываем на 100 г массы:

35000 г - 0.107 г O_2

100 г - X. $(0,107 \text{ г} \times 100) / 35000 \text{ г} = 0,0003 \text{ г } O_2 / 100 \text{ г массы в минуту.}$

Ответ: 0,0003 г кислорода/100 г мышечной массы *мин.

Масса мышц 70-килограммового человека равна примерно 35 кг. Кровоток и потребление кислорода в покое практически равны и составляют 20% от общего для организма. Каково потребление кислорода (в г кислорода/100 г массы за мин), если считать, что мышцы утилизируют весь кислород из крови.

1. Считаем количество кислорода, используемого организмом за минуту: 15 дыхательных движений по 0,5 л – 7,5 л воздуха, прошедшие за минуту. Кислорода стало на 5% меньше (21% - 16% = 5%)

7,5 л – 100%

x л – 5%. $x = 0,375$ л кислорода попало в кровь.

2. Определяем количество кислорода, которое используют мышцы: Мышцы используют 20% от общего количества кислорода, отсюда $0,375 \text{ л} \times 0,2 = 0,075$ л кислорода использовано мышцами.

3. Определяем массу 0,075 л кислорода:

Молярный объем газа 22,4л, масса $O_2 = 32$.

32 г – 22,4 л.

x г – 0,075 л. $x = 0,107$ г кислорода на 35 кг массы.

4. Переводим на 100 г массы:

35 000 г – 0,107 г кислорода

100 г – x. $x = 0,0003$ г.

Ответ: 0,0003 г кислорода на 100 г массы мышц.