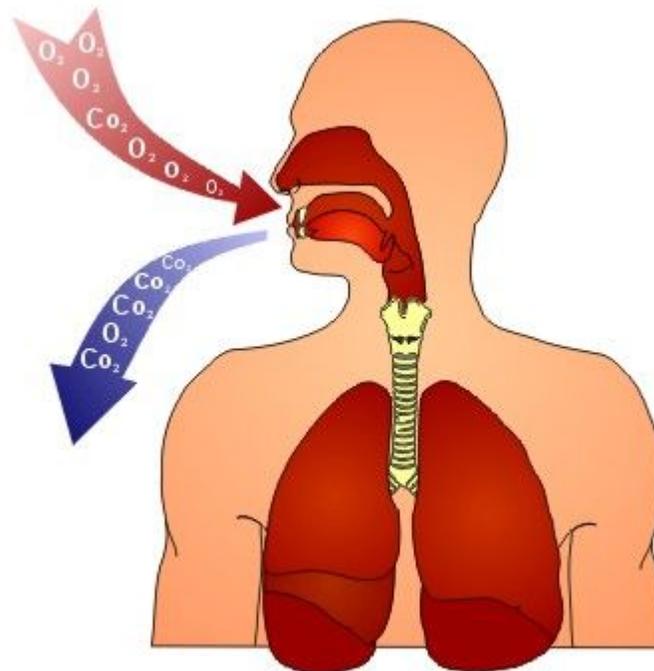


Анатомия и физиология дыхательной системы



Дыхание — это совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм человека кислорода, использование его для окисления органических веществ и удаления из организма углекислого газа.

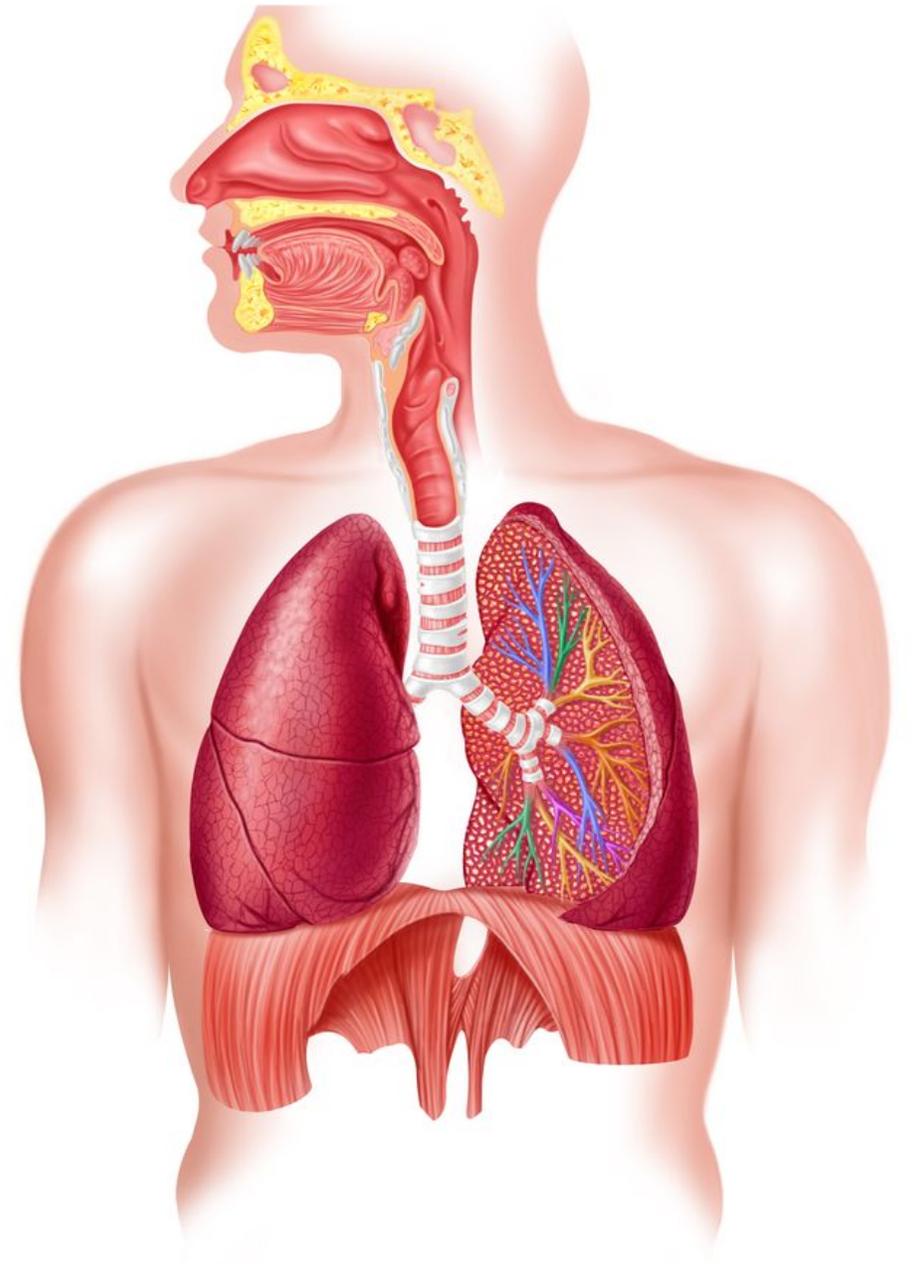


Дыхание состоит из ряда этапов:

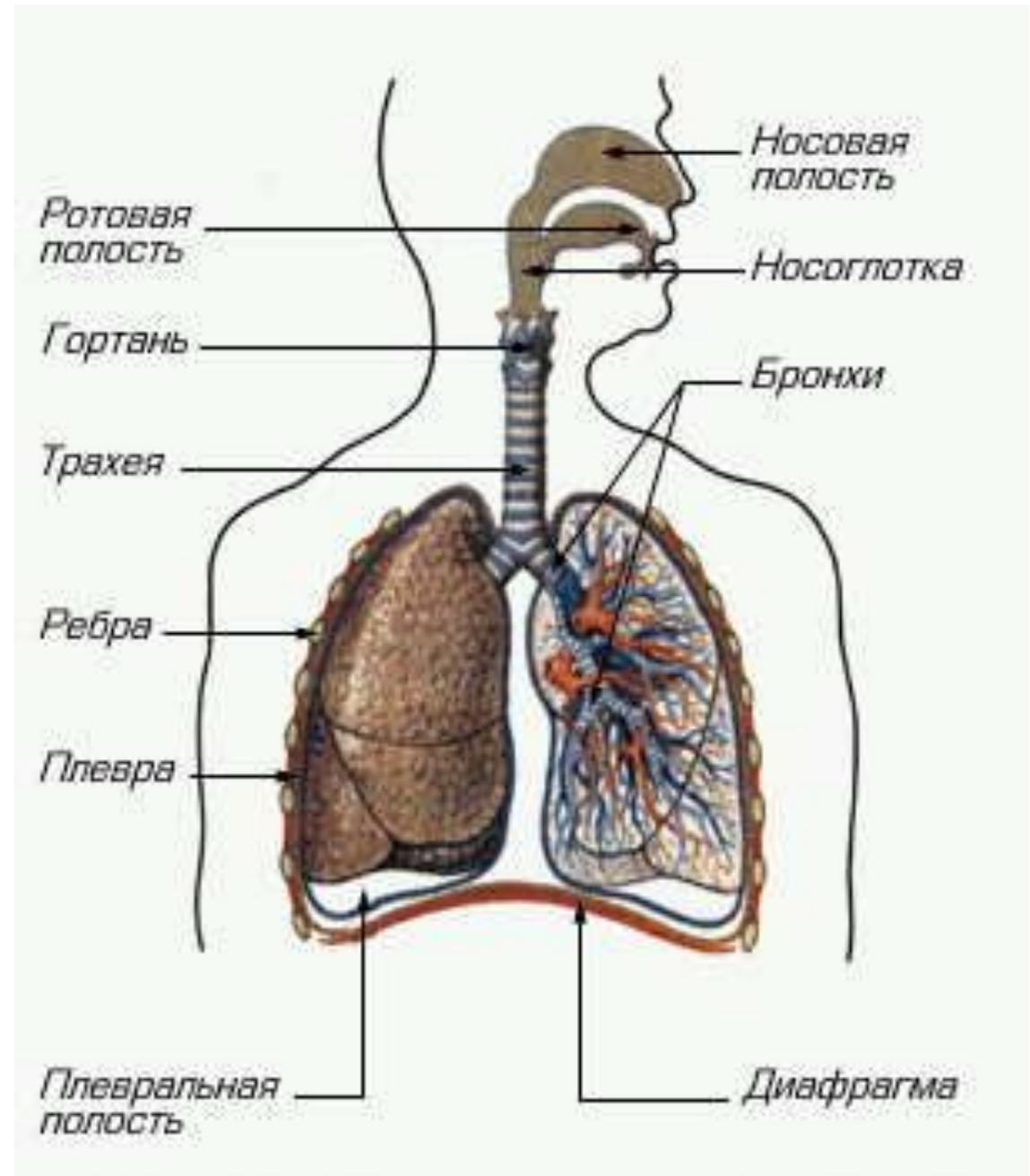
- 1) **транспорт газов к легким и обратно** — внешнее дыхание;
- 2) **поступление кислорода** воздуха в кровь через альвеолярно-капиллярную мембрану легких, а углекислого газа — в обратном направлении;
- 3) **транспорт кислорода** кровью ко всем органам и тканям организма, а углекислого газа — от тканей к легким (в связи с гемоглобином и в растворенном состоянии);
- 4) **обмен газов между тканями и кровью:** кислород перемещается из крови в ткани, а углекислый газ — в обратном направлении;
- 5) **тканевое, или внутреннее дыхание**, цель которого — окисление органических веществ с выделением углекислого газа и воды.



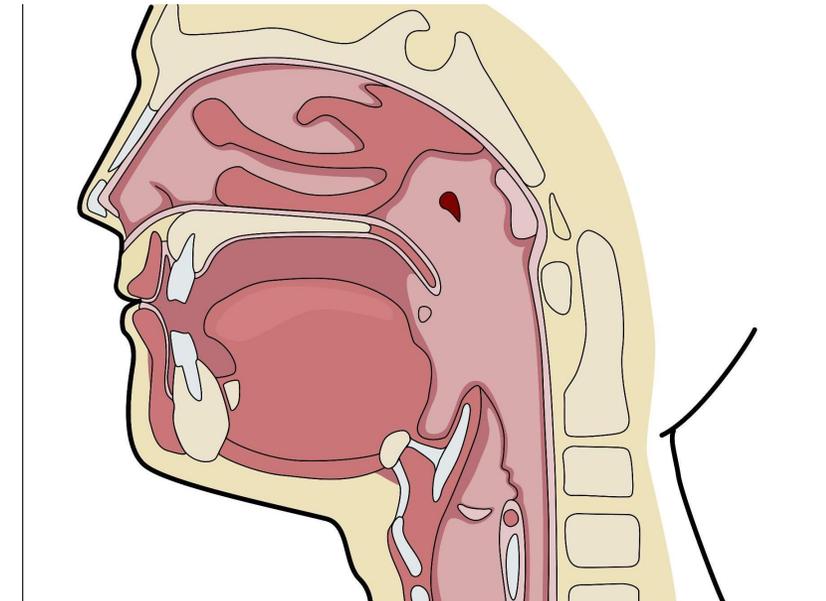
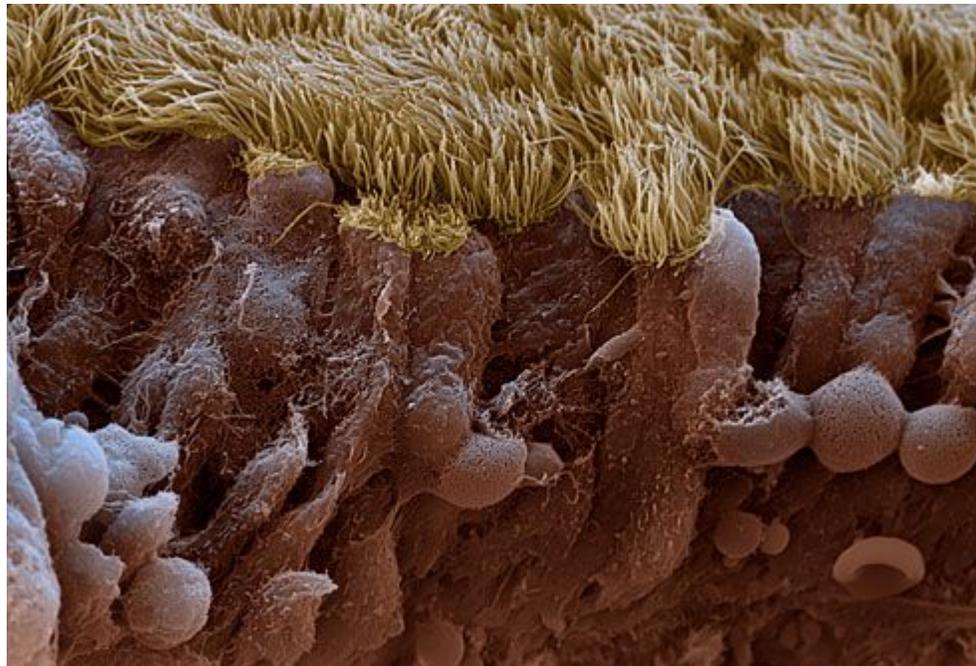
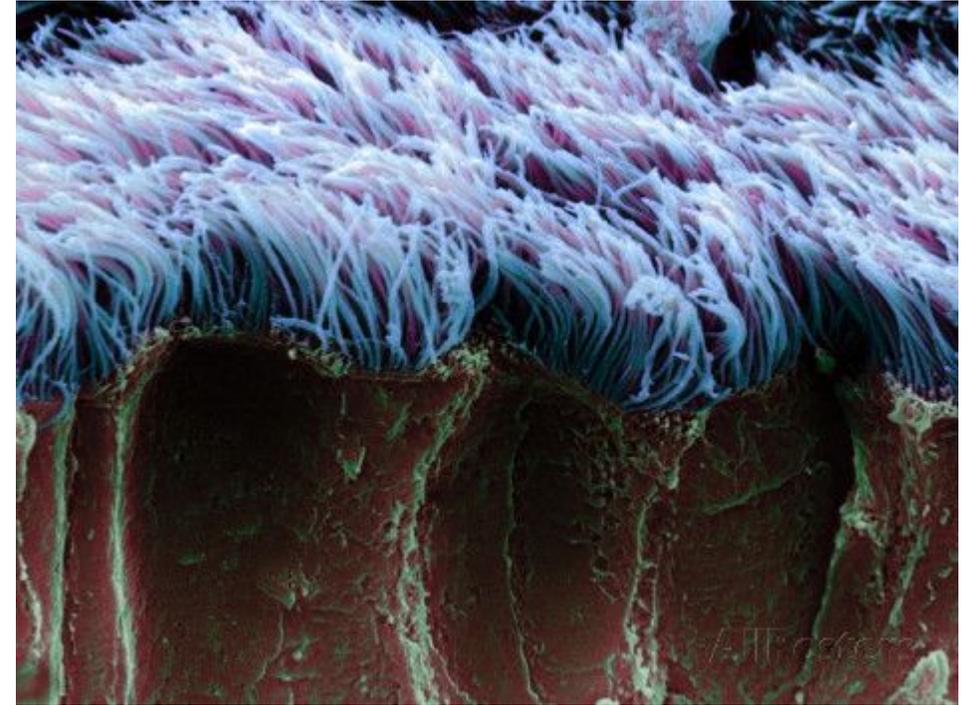
Дыхание — один из основных процессов, поддерживающих жизнь. Прекращение его даже на небольшой срок ведет к скорой гибели организма от кислородной недостаточности — **гипоксии**. Поступление в организм кислорода и выведение из него во внешнюю среду углекислого газа обеспечивается органами дыхательной системы. **Различают дыхательные (воздухоносные) пути и собственно дыхательные органы — легкие.**



Дыхательные пути в связи с вертикальным положением тела делят на **верхние и нижние**. К верхним дыхательным путям относят: **наружный нос, полость носа, носоглотку и ротоглотку**. Нижние дыхательные пути — это **гортань, трахея и бронхи, включая их внутрилегочные разветвления, или бронхиальное дерево**. Дыхательные пути представляют собой систему трубок, стенки которых имеют костную или хрящевую основу. Благодаря этому они не слипаются. Их просвет всегда зияет, и воздух свободно циркулирует в обе стороны, несмотря на изменения давления при вдохе и выдохе.



Внутренняя (слизистая) оболочка дыхательных путей **выстлана мерцательным эпителием и содержит железы, вырабатывающие слизь.** Благодаря этому вдыхаемый воздух очищается, увлажняется и согревается.

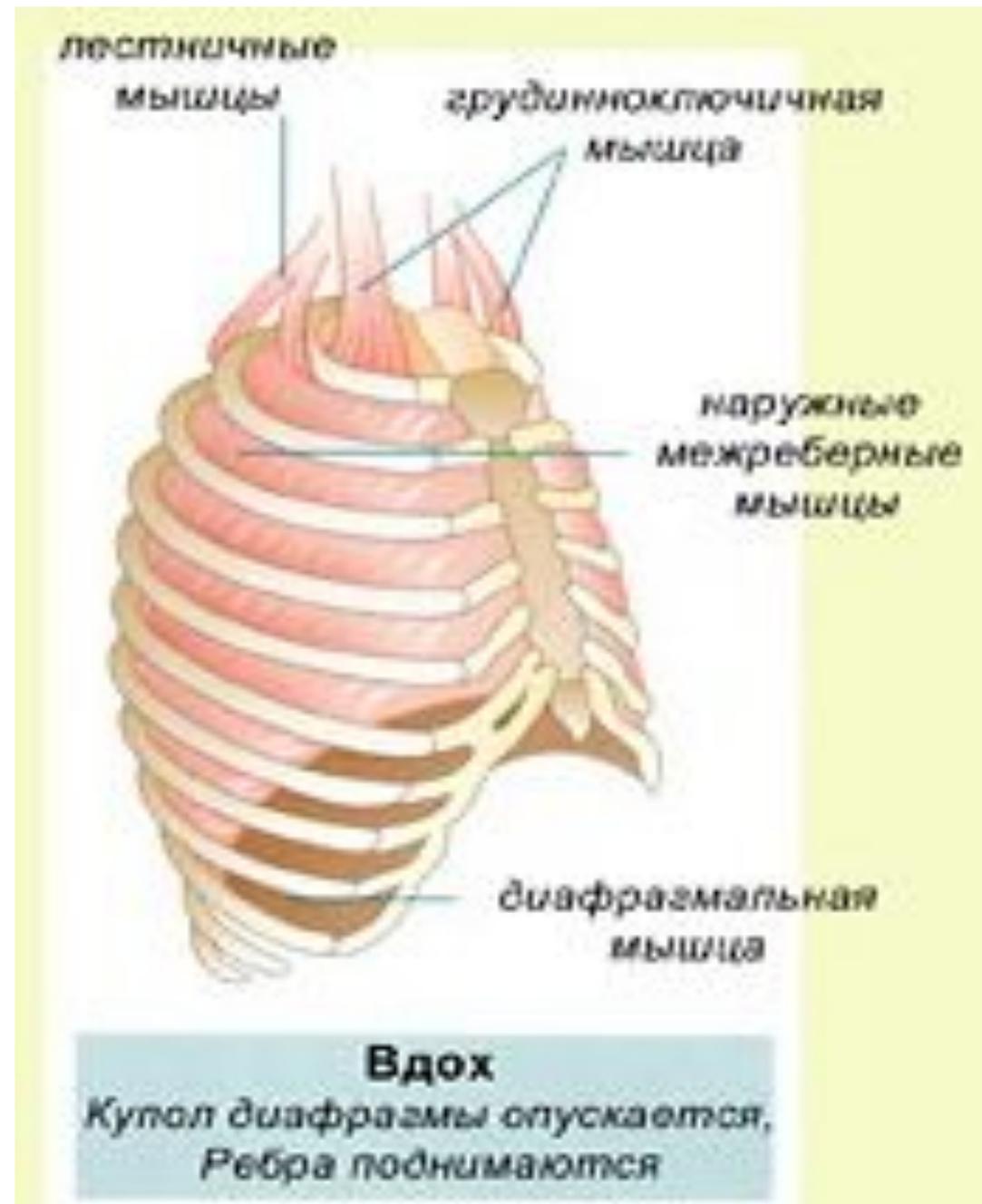


Биомеханика дыхательного акта.

Частота дыхания (ЧД) в покое составляет 14 — 18 в минуту и обеспечивается дыхательными мышцами. **Учащенное дыхание называют тахипноэ, а редкое — брадипноэ.** Различают **мышцы вдоха и выдоха.** Первые в свою очередь классифицируют на **основные и вспомогательные.** При этом вспомогательные **мышцы** включаются в обеспечение вдоха только в экстренных ситуациях, а в обычных условиях они выполняют иные функции.



К основным мышцам вдоха относят: диафрагму, наружные межреберные мышцы и мышцы, поднимающие ребра. Во время вдоха объем грудной полости увеличивается в основном за счет опускания купола диафрагмы и поднимания ребер. Диафрагма обеспечивает 2/3 объема вентиляции. В обстоятельствах, затрудняющих вентиляцию легких (бронхиальная астма, пневмония), в обеспечении вдоха принимают участие вспомогательные мышцы: мышцы шеи (грудино-ключично-сосцевидная и лестничные), груди (большая и малая грудные, передняя зубчатая), спины (задняя верхняя зубчатая мышца).



Мышцами выдоха являются:

внутренние межреберные мышцы, подреберные мышцы и поперечная мышца груди, задняя нижняя зубчатая мышца. При этом вдох идет более активно и с большей затратой энергии. **Выдох же осуществляется пассивно под действием эластичности легких и тяжести грудной клетки.**

Сокращение мышц на выдохе имеет вспомогательный характер.



Выделяют два типа дыхания — **грудной и брюшной**. При грудном типе преобладает увеличение объема грудной клетки за счет поднимания ребер, а не за счет опускания купола диафрагмы. Этот тип дыхания более характерен для женщин. Брюшной тип дыхания обеспечивается в первую очередь диафрагмой. При опускании купола происходит смещение органов живота вниз, что сопровождается выпячиванием передней брюшной стенки на вдохе. На выдохе купол диафрагмы поднимается и передняя брюшная стенка возвращается в исходное положение. Брюшной тип дыхания чаще наблюдается у мужчин.



Дыхательные объемы.

Для оценки функции легких большое значение имеет определение дыхательных объемов, т.е. количества вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. Данное исследование проводится при помощи специальных приборов — **спирометров.**

Определяют дыхательный объем, резервные объемы вдоха и выдоха, жизненную емкость легких, легких.



Дыхательный объем (ДО) — количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании за один цикл. Он составляет в среднем 400 — 500 мл. Объем воздуха, проходящий через легкие при спокойном дыхании за 1 мин, называют **минутным объемом дыхания (МОД)**.

Резервный объем вдоха (РОВд) — количество воздуха, которое человек может вдохнуть при самом сильном максимальном вдохе после спокойного вдоха, т.е. сверх дыхательного объема. Он составляет в среднем 1500—3000 мл.

Резервный объем выдоха (РОВвд) — количество воздуха, которое человек может дополнительно выдохнуть после спокойного выдоха. Он составляет около 700—1000 мл.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) — это количество воздуха, которое человек может максимально выдохнуть после самого глубокого вдоха. Этот объем включает в себя все предыдущие ($ЖЕЛ = ДО + РОВд + РОВвд$) и составляет в среднем 3500—4500 мл.

Остаточный объем легких (ООЛ) — это количество воздуха, остающееся в легких после максимального выдоха. Этот показатель в среднем равен 1000—1500 мл.

Общая емкость легких (ОЕЛ) — это максимальное количество воздуха, которое может находиться в легких. Этот объем включает в себя жизненную

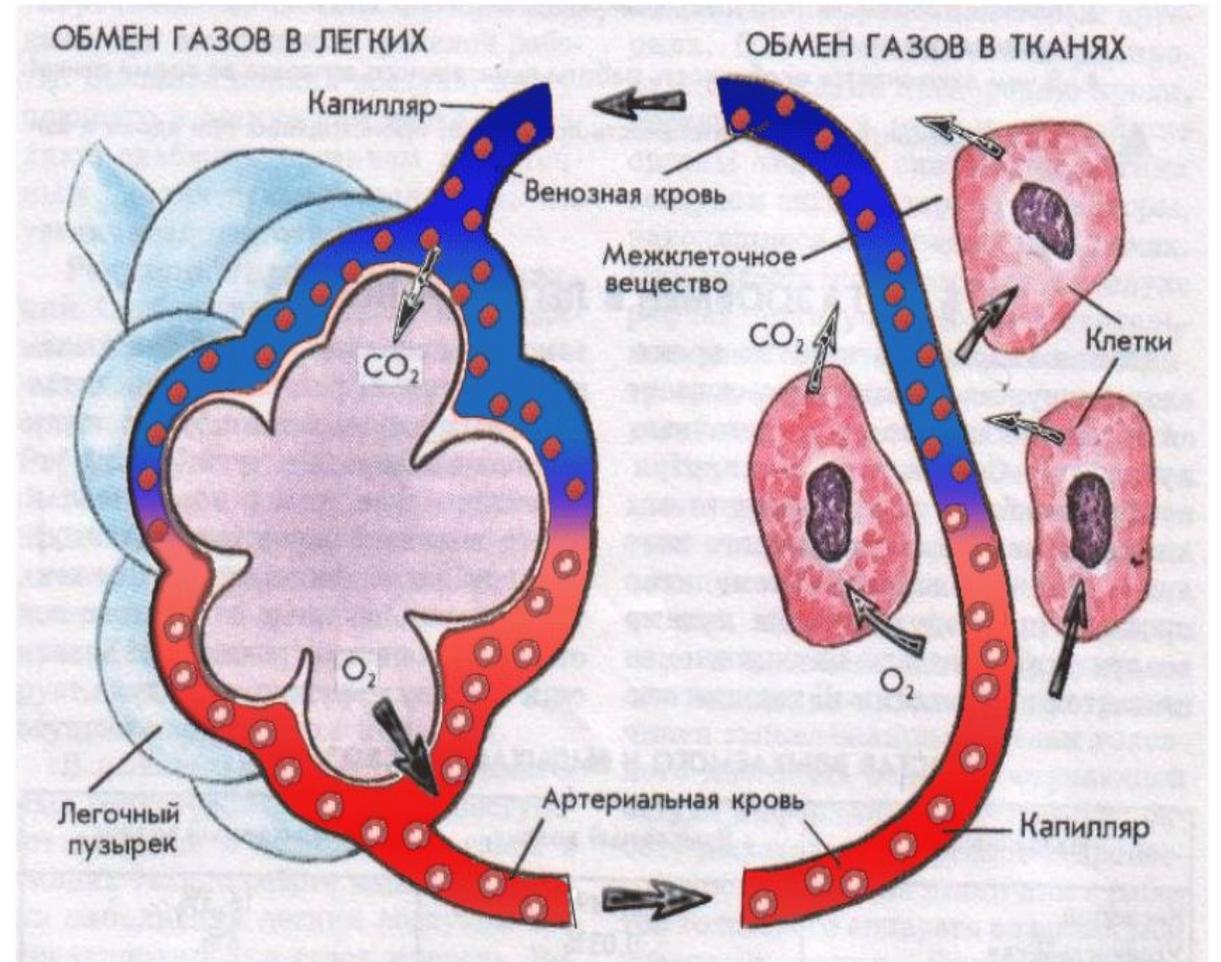


Диффузия газов.

Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха довольно постоянен. Во **вдыхаемом** воздухе содержится O_2 около 21 %, CO_2 — 0,03 %. В **выдыхаемом**: O_2 около 16—17 %, CO_2 — 4 %. Следует отметить, что выдыхаемый воздух отличается по составу от альвеолярного, т.е. находящегося в альвеолах (O_2 — 14,4%, CO_2 — 5,6%). Связано это с тем, что при выдохе содержимое ацинусов смешивается с воздухом, находящимся в «мертвом пространстве». Воздух этого пространства не принимает участия в газообмене. Количество вдыхаемого и выдыхаемого азота практически одинаково. Во время выдоха из организма выделяются пары воды. Остальные газы (в том числе, инертные) составляют ничтожно малую часть атмосферного воздуха.



Если газ растворен в жидкой среде, то говорят о его напряжении (по сути, напряжение — это синоним парциального давления). Напряжение O_2 в венозной крови примерно 40 мм рт. ст. Следовательно, градиент (разница) давления для кислорода между альвеолярным воздухом и кровью составляет 60 мм рт. ст. Благодаря этому возможна **диффузия этого газа в кровь**. Там он в основном **связывается с гемоглобином**, превращая его в **оксигемоглобин**. Кровь, содержащая большое количество оксигемоглобина, называется **артериальной**. У здоровых лиц гемоглобин насыщается кислородом на 96 %. В 100 мл артериальной крови в норме содержится около 20 мл кислорода. В таком же объеме венозной крови кислорода содержится только 13—15 мл.



Углекислый газ, образовавшийся в тканях, **попадает в кровь** С гемоглобином соединяется только 10 % поступившего количества этого газа. В результате такого взаимодействия образуется **карбгемоглобин**. Большая же часть углекислого газа вступает в реакцию с водой. Это приводит к образованию **угольной кислоты (H₂CO₃)**. Данная реакция ускоряется в 20000 раз особым ферментом, находящимся в эритроцитах — **карбоангидразой**. Угольная кислота распадается на протон водорода (H⁺) и бикарбонат-ион (HCO₃⁻). **Большая часть углекислого газа переносится кровью именно в виде бикарбоната.**



Естественный состав атмосферного воздуха может существенно меняться за счет производственной и хозяйственно-бытовой деятельности людей, природных катаклизмов. Появление в его составе угарного газа в концентрации более 100—200 мг/м³ способствует возникновению отравлений. При этом **СО образует с гемоглобином устойчивое соединение — карбоксигемоглобин, который не в состоянии связывать кислород.** Кроме угарного газа существует множество других веществ, способных существенно влиять на здоровье человека. К ним относятся, например, соединения серы (сероводород, ангидриды, пары серной кислоты), оксиды азота, канцерогены (бензпирен), радиоактивные вещества и др.

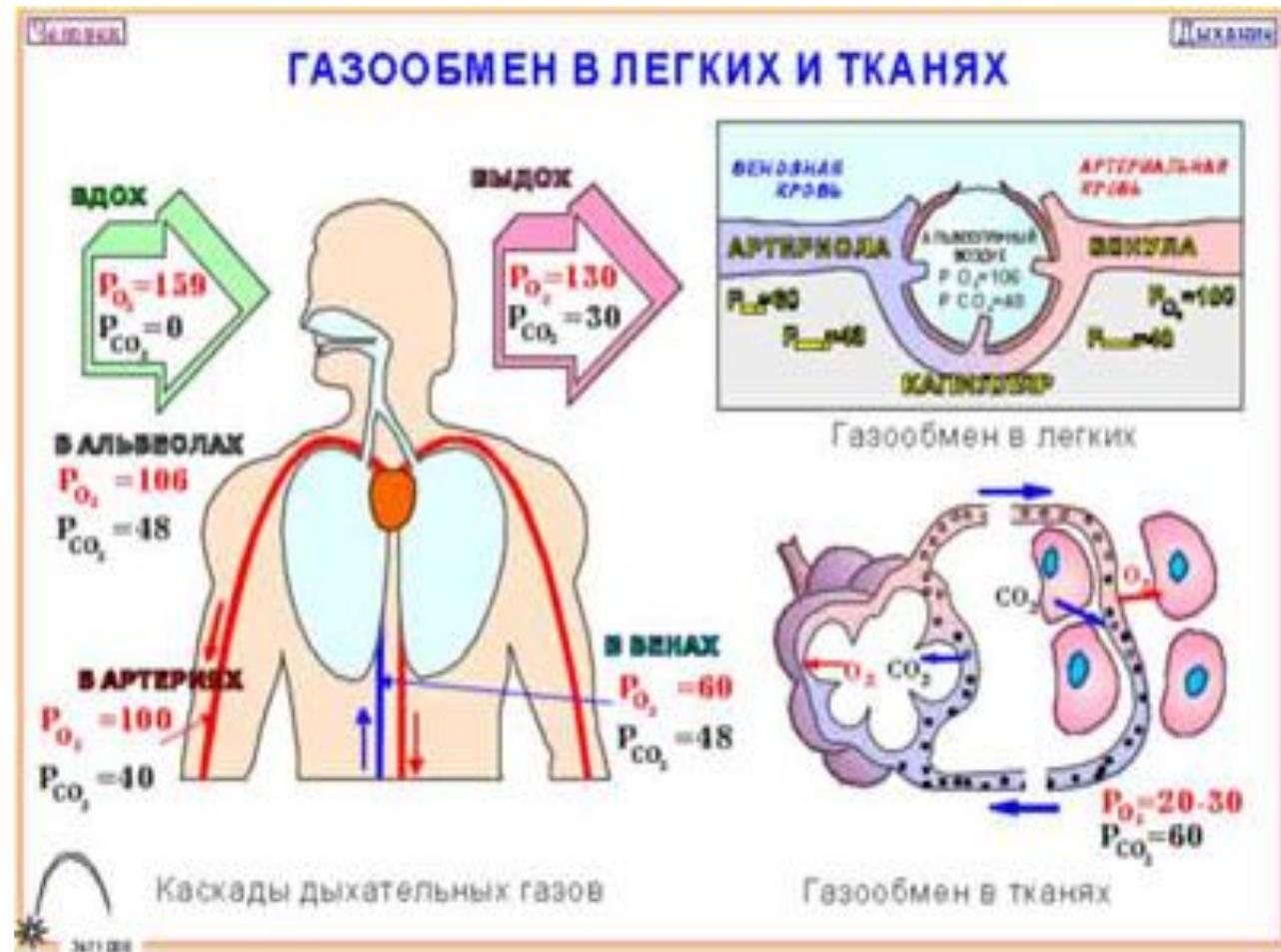


Повышенное и пониженное атмосферное давление также соответствующим образом влияют на процессы дыхания. Повышение давления наблюдается, например, при нырянии с аквалангом. Через каждые 10 м глубины давление повышается на 1 атм. При этом в кровь попадает большое количество газов. При быстром подъеме с глубины давление резко снижается. Газы, растворенные в крови, выходят из нее и могут образовывать пузырьки (как при открывании бутылки с газированной водой). Образовавшиеся пузырьки с током крови переносятся в мелкие сосуды и закупоривают их. Возникает **кессонная болезнь**, которая может привести к смерти. Чтобы избежать ее появления, подъем с глубины следует осуществлять постепенно.

Обмен газов осуществляется через **легочную мембрану** (толщина которой около 1 мкм) путем диффузии вследствие разности их парциального давления в крови и альвеолах.



Кислород находится в крови и в растворенном виде, и в виде соединения с гемоглобином. Однако растворимость O_2 очень низкая: в 100 мл плазмы может раствориться не более 0,3 мл O_2 , поэтому **основная роль в переносе кислорода принадлежит гемоглобину**. 1 г Hb присоединяет 1,34 мл O_2 , поэтому при содержании гемоглобина 150 г/л (15г/100 мл) каждые 100 мл крови могут переносить 20,8 мл кислорода. Это так называемая **кислородная емкость гемоглобина**. **Отдавая O_2 в капиллярах, оксигемоглобин превращается в восстановленный гемоглобин. В капиллярах тканей гемоглобин способен также образовать непрочное соединение с CO_2 (карбогемоглобин). В капиллярах легких, где содержание CO_2 значительно меньше, углекислый газ отделяется от гемоглобина.**



Обмен газов между кровью и тканями.

Коэффициент утилизации кислорода представляет собой количество O_2 , которое потребляют ткани, в процентах от общего его содержания в крови. Наибольший он в миокарде – 40 – 60 %. В сером веществе головного мозга количество потребляемого кислорода примерно в 8 – 10 раз больше, чем в белом. В корковом веществе почки примерно в 20 раз больше, чем во внутренних участках ее мозгового вещества. При тяжелых физических нагрузках коэффициент утилизации O_2 мышцами и миокардом возрастает до 90 %.



ВЫВОДЫ:

ДЫХАНИЕ - это сложный непрерывный процесс поддержания на оптимальном уровне окислительно-восстановительных процессов в организме человека. В процессе дыхания принято различать три звена: легочное дыхания, транспорт газов кровью, тканевое дыхание.

Легочное дыхание – это газообмен между организмом и окружающим его атмосферным воздухом. Оно делится на два этапа: газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом, газообмен между альвеолярным воздухом и кровью.

Транспорт кислорода кровью.

Кислород находится в крови в двух состояниях: физическом растворении (2-3%) и в химической связи с гемоглобином (97%). Гемоглобин образует с кислородом непрочное соединение - оксигемоглобин. Сродство кислорода к гемоглобину существенно понижается в кислой среде, что характерно в тканях при избытке углекислоты, что увеличивает отдачу кислорода в капиллярах. Здесь же угольная кислота отнимает часть основания от восстановленного гемоглобина, в результате в эритроцитах и в плазме образуются бикарбонаты. А гемоглобин превращается в карбоксигемоглобин. При поступлении крови в легкие карбоангидраза эритроцитов расщепляет бикарбонаты образуя свободный CO_2 , а карбоксигемоглобин, отдавая CO_2 , превращается в оксигемоглобин снова. Свободный CO_2 выделяется из легких при выдохе.

Тканевое дыхание.

Тканевое дыхание представляет собой процесс использования кислорода в клетке - его утилизацию в митохондриях, направленную на выработку энергии (АТФ) и в микросомах (обезвреживание токсических продуктов метаболизма) в клетках.



Задание на дом:

1. Составление словаря терминов
2. Зарисовка демонстрационных объектов
3. Зарисовка микроскопического строения легких
4. Составление сравнительной таблицы «Содержание кислорода и углекислого газа в дыхательных средах организма»

