

Дыхание

Значение дыхания. *Дыхание* — совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода и выделение во внешнюю среду углекислого газа (внешнее дыхание), а также использование кислорода клетками для окисления органических веществ с освобождением энергии, расходуемой в процессе жизнедеятельности (клеточное, или тканевое, дыхание).

Органы дыхания, их строение и функции. *Газообмен* — обмен газов между кровью и атмосферным воздухом — осуществляется органами дыхания. Они состоят из воздухоносных путей и легких. Воздухоносные пути начинаются носовой полостью, затем следуют носоглотка, гортань, трахея и бронхи.

Носовая полость, в которую воздух поступает через ноздри, разделена костно-хрящевой перегородкой на две половины. В каждой из них имеется по три носовых хода. В нижний открывается носослезный канал. В задней части носовая полость через два внутренних отверстия (хоаны) сообщается с носоглоткой. *Функциями* носовой полости являются: *обогрев и увлажнение* вдыхаемого воздуха за счет интенсивного кровоснабжения и *секреции* слизистой оболочки носовых ходов, а также *очищение* его от пыли и микроорганизмов благодаря наличию мерцательного эпителия, выстилающего носовую полость. Реснички мерцательного эпителия постоянно колеблются в направлении ноздрей. В слизистом эпителии расположены рецепторы обонятельного анализатора, воспринимающие различные запахи.

Из носовой полости через хоаны воздух поступает в *носоглотку*, затем в ротовую часть глотки — *ротоглотку*, в которой сходятся дыхательные и пищеварительные пути. Далее воздух продвигается в *гортань* — полый орган, стенки которого образованы тремя непарными (надгортанный, щитовидный и перстневидный) и тремя парными (черпаловидные, рожковидные и клиновидные) хрящами, подвижно соединенными друг с другом. Самый крупный из них щитовидный хрящ находится спереди гортани. Сверху вход в гортань закрывается подвижным надгортанным хрящом, препятствующим попаданию пищи из ротоглотки в дыхательные пути. Полость гортани выстлана слизистой оболочкой. Внутри гортани натянуты *голосовые связки*, между которыми имеется *голосовая щель* (рис. 13.10). Размер голосовой щели изменяется при дыхании и во время разговора за счет работы прикрепленных к ним мышц. Звуки голоса возникают в результате вибрации голосовых связок под действием воздуха, поступающего под давлением из легких. Однако окончательное формирование качества голоса (тембр, звучность) и особенностей звукопроизношения зависят от положения языка, губ, нижней челюсти и других частей ротовой и носовой полостей. Высота звука определяется длиной голосовых связок: чем длиннее связки, тем меньше частота их колебания и тем ниже голос.

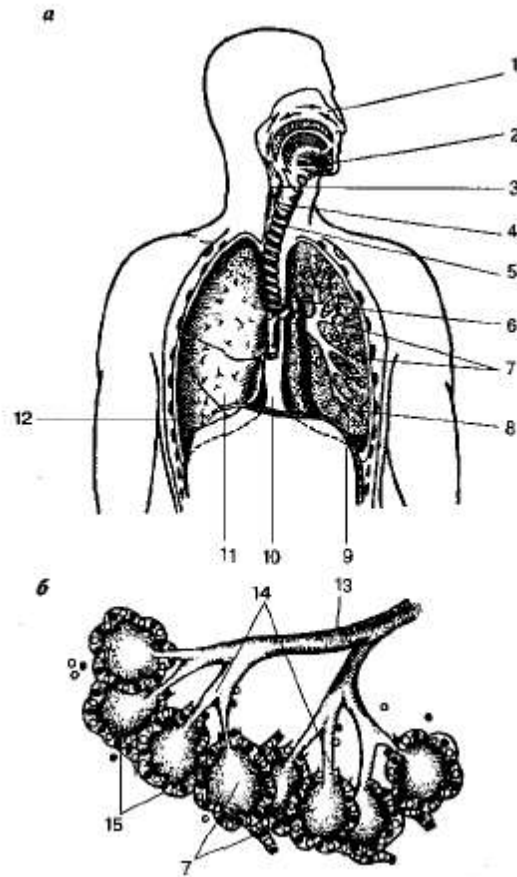
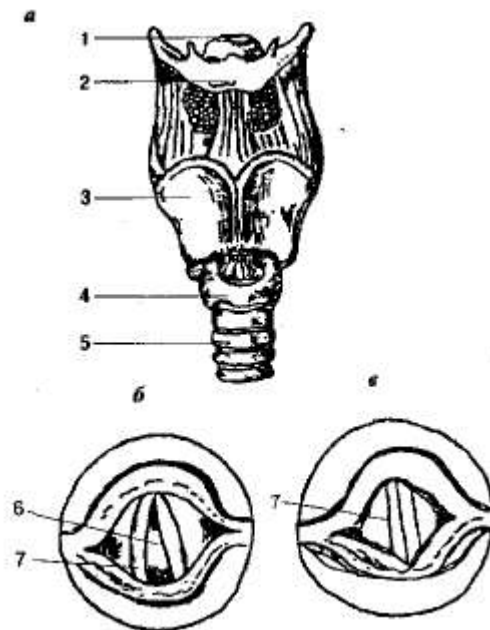


Схема дыхательной системы человека: а — общий план строения; б — строение альвеол; 1 — носовая полость; 2 — надгортанник; 3 — глотка; 4 — гортань; 5 — трахея; 6 — бронх; 7 — альвеолы; 8 — левое легкое (в разрезе); 9 — диафрагма; 10 — область, занимаемая сердцем; 11 — правое легкое (наружная поверхность); 12 — плевральная полость; 13 — бронхиола; 14 — альвеолярные ходы; 15 — капилляры.



Строение гортани (а) и положение голосовых связок при вдохе (б) и фонации (в): 1 — надгортанник; 2 —подъязычная кость; 3 — щитовидный хрящ; 4 —перстевидный хрящ; 5 — кольца трахеи; 6 — голосовая щель; 7 — голосовые связки.

Внизу гортань переходит в *трахею* — трубку длиной 10— 13 см, служащую для прохождения воздуха в легкие и обратно. В ее стенках расположено 16—20 упругих хрящевых полуколеи, соединенных связками. Внутри трахея выстлана мерцательным эпителием. Функции трахеи такие же, как и носовой полости: увлажнение, обогрев и очищение вдыхаемого воздуха.

Нижний конец трахеи разделяется на два *bronха*, которые входят в левое и правое легкие. Бронхи многократно ветвятся на более тонкие трубочки — *bronхиолы*, и в результате формируется *bronхиальное дерево*. В стенках крупных бронхов имеются хрящевые кольца, а в бронхиолах они отсутствуют, однако их стенки не спадаются из-за наличия в них мышечных волокон.

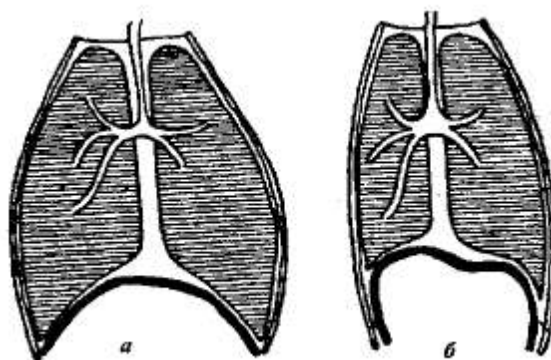
Бронхиолы — последние элементы воздухоносных путей. Концы бронхиол образуют расширения — *альвеолярные ходы*, на стенках которых находятся выпячивания в форме полушарий (диаметром 0,2—0,3 мм) — *легочные пузырьки* или *альвеолы*. Стенки альвеол образованы однослойным эпителием, лежащим на эластичной мембране, благодаря чему они легко растяжимы. Слипанию их стенок изнутри во время выдоха препятствует поверхностно-активное вещество, в состав которого входят фосфолипиды. Стенки альвеол оплетены густой сетью кровеносных капилляров. Суммарная толщина стенок альвеолы и капилляра составляет 0,4 мкм. Благодаря столь малой толщине газообменных поверхностей кислород альвеолярного воздуха легко проникает в кровь, а углекислый газ — из крови в альвеолы. У взрослого человека общее число альвеол достигает 300 млн., а их суммарная поверхность составляет примерно 100 м².

Легкие — парные губчатые органы, образованные бронхами, бронхиолами и альвеолами. Они расположены в грудной полости и разделены между собой сердцем и крупными кровеносными сосудами. Каждое легкое имеет коническую форму. Его широкое основание обращено к нижней стенке грудной полости — диафрагме, а узкая верхушка выступает над ключицей. На внутренней поверхности легких находятся *ворота легких* — место вхождения в легкие бронхов, нервов и кровеносных сосудов. Глубокими щелями правое легкое разделено на три доли, а левое —на две. Снаружи легкие покрыты тонкой оболочкой — *легочной плеврой*, которая переходит в *пристеночную плевру*, выстилающую внутреннюю поверхность грудной стенки и диафрагмы. В образующейся между ними герметично замкнутой *плевральной полости* имеется небольшое количество жидкости, увлажняющей плевральные листки и обеспечивающей свободное скольжение легких. В плевральной полости давление ниже атмосферного на 6—9 мм рт. ст. Благодаря отрицательному давлению, эластичные легкие находятся в расправленном состоянии и следуют за движениями грудной клетки.

Основная функция легких — обеспечение газообмена между внешней средой и организмом.

Легочная вентиляция. Для осуществления газообмена необходима смена воздуха в альвеолах — *вентиляция*. Она осуществляется посредством периодических движений грудной клетки, приводящих к изменению объема грудной полости, а следовательно, и изменению объема легких. Ритмические дыхательные движения — вдох и выдох — совершаются с помощью межреберных мышц и диафрагмы. При *сокращении* наружных межреберных мышц и диафрагмы ребра приподнимаются, выступают вперед, диафрагма уплощается и опускается. В результате объем грудной клетки увеличивается, и соответственно возрастает объем легких. Эластичные альвеолы

растягиваются, в их полости снижается давление, и воздух через воздухоносные пути устремляется в них — происходит вдох.



Форма грудной клетки при вдохе (а) и выдохе (б).

При *выдохе* объем грудной клетки и легких уменьшается за счет расслабления мышц вдоха и сокращения внутренних межреберных мышц. Это приводит к опусканию ребер и подъему купола диафрагмы. Давление в альвеолах возрастает, становится выше атмосферного, и воздух выходит наружу. При форсировании вдоха и выдоха в дыхательных движениях участвуют и другие группы мышц (грудные и мышцы живота).

Находясь в спокойном состоянии, взрослый человек делает 14—18 дыхательных движений в минуту, вдыхая и выдыхая за один раз по 500 мл воздуха. Этот объем воздуха называется *дыхательным*. Сверх него при глубоком вдохе человек может вдохнуть дополнительно еще около 1 500 мл воздуха (*дополнительный объем*), а после спокойного выдоха выдохнуть еще 1 500 мл воздуха (*резервный объем*). Сумма трех приведенных объемов воздуха составляет *жизненную емкость легких* (ЖЕЛ). Таким образом, ЖЕЛ — это наибольший объем воздуха, который человек способен выдохнуть после сильного вдоха. ЖЕЛ зависит от возраста, пола, массы тела, степени тренированности и служит одним из показателей физического развития человека. Для взрослого человека ЖЕЛ близка к 3500 мл. У физически тренированных лиц она достигает 6000—7000 мл, у курящих людей — снижается на 300—400 мл. Определяют ЖЕЛ с помощью прибора спирометра.

Газообмен в легких и тканях. *Газообмен в легких* совершается вследствие диффузии газов через тонкие эпителиальные стенки альвеол и капилляров. Содержание кислорода в альвеолярном воздухе значительно выше, чем в венозной крови капилляров, а углекислого газа меньше. В результате парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе составляет 100—110 мм рт. ст., а в легочных капиллярах — 40 мм рт. ст. Парциальное давление углекислого газа, наоборот, выше в венозной крови (46 мм рт. ст.), чем в альвеолярном воздухе (40 мм рт. ст.). Вследствие различия парциального давления газов кислород альвеолярного воздуха будет диффундировать в медленно протекающую кровь капилляров альвеол, а углекислый газ — в обратном направлении. Поступившие в кровь молекулы кислорода взаимодействуют с гемоглобином эритроцитов в виде *образовавшегося оксигемоглобина* переносятся к тканям.

Газообмен в тканях осуществляется по аналогичному принципу. В результате окислительных процессов в клетках тканей и органов концентрация кислорода меньшая, а углекислого газа большая, чем в артериальной крови. Поэтому кислород из артериальной крови диффундирует в тканевую жидкость, а из нее — в клетки. Движение углекислого газа происходит в

противоположном направлении. В результате кровь из артериальной, богатой кислородом, превращается в венозную, обогащенную углекислым газом.

Таким образом, движущей силой газообмена является разность в содержании и, как следствие, парциальном давлении газов в клетках тканей и капиллярах.

Нервная и гуморальная регуляция дыхания. Дыхание регулируется *дыхательным центром*, расположенным в продолговатом мозге. Он представлен центром вдоха и центром выдоха. Нервные импульсы, возникающие в этих центрах поочередно, по нисходящим путям доходят до двигательных диафрагмальных и межреберных нервов, управляющих движениями соответствующих дыхательных мышц. Информацию о состоянии органов дыхания нервные центры получают от многочисленных механо- и хеморецепторов, расположенных в легких, воздухоносных путях, дыхательных мышцах.

Гуморальная регуляция дыхания заключается в том, что увеличение в крови углекислого газа повышает возбудимость центра вдоха благодаря получению нервных импульсов от хеморецепторов, расположенных в крупных артериальных сосудах, стволе мозга.

Помимо дыхательного центра в регуляции дыхания принимает участие и кора больших полушарий. Благодаря ее контрольным функциям человек способен произвольно изменять ритм и глубину дыхания и задерживать его на непродолжительное время. Защитные дыхательные рефлексы — чихание и кашель — способствуют удалению попавших в дыхательные пути инородных частиц, излишков слизи и т. д.

Гигиена дыхания. Органы дыхания являются воротами для проникновения болезнетворных микроорганизмов, пыли и других веществ в организм человека. Значительная часть мелких частиц и бактерий оседает на слизистой оболочке верхних дыхательных путей и удаляется из организма при помощи ресничного эпителия. Часть микроорганизмов все же поступает в дыхательные пути и легкие и может вызвать различные заболевания (ангину, грипп, туберкулез и др.). Для предупреждения заболеваний органов дыхания необходимо регулярно проветривать жилые помещения, содержать их в чистоте, совершать продолжительные прогулки на свежем воздухе, избегать посещения многолюдных мест особенно во время эпидемий респираторных заболеваний.

Большой вред органам дыхания наносит курение табачных изделий — как самому курильщику, так и окружающим (пассивное курение). Токсичные вещества табачного дыма отравляют организм, являются причиной возникновения различных заболеваний (бронхита, туберкулеза, астмы, рака легких и др.).