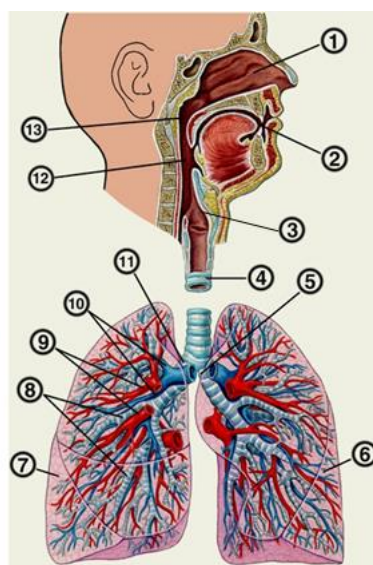


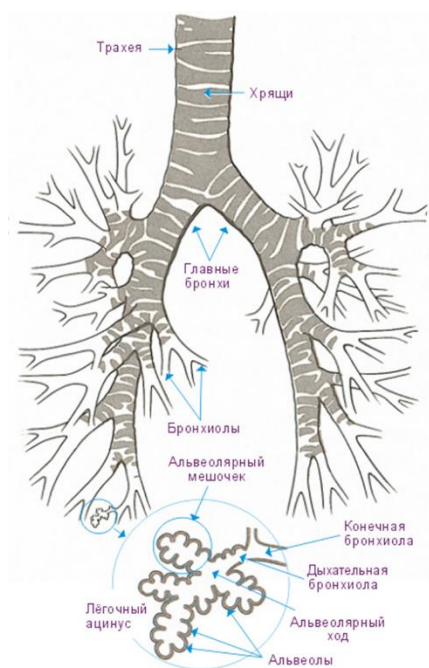
Физиология дыхательной системы

Дыхательная система (синоним система внешнего дыхания) — совокупность органов и анатомических образований, обеспечивающих движение воздуха из атмосферы к легочным альвеолам и обратно (дыхательные циклы вдох — выдох) и газообмен между поступающим в легкие воздухом и кровью. Собственно органами дыхания являются *легкие* и дыхательные пути. Дыхательные пути разделяют на два отдела: верхние воздухоносные (дыхательные) пути и нижние воздухоносные (дыхательные) пути. Верхние (*нос, придаточные пазухи носоглотки*) и нижние (*гортань, трахея, бронхи, включая концевые, или терминальные, бронхиолы*).

- 1 — носовая полость;
- 2 — ротовая полость;
- 3 — гортань;
- 4 — трахея;
- 5 — левый главный бронх;
- 6 — левое легкое;
- 7 — правое легкое;
- 8 — сегментарные бронхи;
- 9 — правые легочные артерии;
- 10 — правые легочные вены;
- 11 — правый главный бронх;
- 12 — глотка;
- 13 — носоглоточный ход.



Легкое имеет конусовидную форму и занимает большую часть грудной клетки. Его нижняя поверхность, или основание, вогнутая и прилежит к *диафрагме* - мышце, отделяющей грудную полость от брюшной. Поверхность, *прилежащая к ребрам, выпуклая* и имеет наибольшую протяженность. *Внутренняя поверхность вогнутая*, прилежит к сердцу и другим органам средостения, расположенным между плевральными мешками. Здесь находятся **ворота легкого** - место, через которое в него входят *главный бронх, легочная артерия и выходят две легочные вены*. Каждое легкое делится на доли: *левое на две, правое на три*. Доли легкого состоят из сегментов (по 10 сегментов в каждом легком), сегменты - из долек, в которые входят дольковые бронхи диам. ок. 1мм. Продолжая делиться внутри долька, бронхи переходят сначала в конечные, а затем в дыхательные бронхиолы.



Дыхательные, или респираторные, бронхиолы образуют альвеолярные ходы, на их стенках расположено множество маленьких пузырьков - альвеол. Стенки альвеол снаружи оплетены густой сетью мельчайших кровеносных сосудов - капилляров, и представляют собой мембрану, толщиной менее 1мкм, через которую происходит газообмен между кровью, протекающей через капилляры, и воздухом, вентилирующим альвеолы. В результате газообмена кислород вдыхаемого воздуха переходит в эритроциты, а углекислый газ переходит из эритроцитов в альвеолярный воздух.

Снаружи легкие покрыты соединительной тканью (легочная плевра), внутренняя стенка грудной полости выстлана пристеночной плеврой. Между ними находится плевральная полость, которая увлажнена и не содержит воздуха. Эта полость способствует прижатию легких к грудной стенке.

Воздухоносные пути начинаются носовой полостью (правая и левая), и в каждой из них проходят носовые ходы. Внутренняя часть носовых ходов выстлана слизистой оболочкой, обогащенной кровеносными сосудами и железами, продуцирующими слизь. Далее идут носоглотка и гортань (образованная хрящами). Вход в гортань «страхует» надгортанник (в период проглатывания пищи он рефлекторно закрывает вход в гортань), а между хрящами гортани находятся голосовые связки. Пространство между ними называют голосовой щелью. За голосовыми связками идет трахея, состоящая из хрящевых полуколец, соединенных связками и мышцами.

Далее трахея делится на два бронха, которые входят в легкие; разветвляясь,

они делятся на множество бронхиол и заканчиваются гроздьями легочных пузырьков (альвеолярные мешочки). Здесь происходит газообмен между легкими и кровью (через стенки альвеол).

В покое человек совершает около 16 дыхательных движений в 1 мин, при духоте или в помещении частота дыхания возрастает в два и более раз за счёт раздражения нервных клеток дыхательного центра углекислым газом, количество которого увеличивается в крови при экстремальном состоянии (нехватка кислорода при дыхании).

Эффективность **внешнего дыхания** зависит от величины легочной вентиляции (объем воздуха, проходящий по дыхательным путям), частоты и глубины вдыхаемого воздуха. При спокойном вдохе в легкие поступает около 500 см³ воздуха и столько же удаляется при выдохе. Этот объем называется **дыхательным**. После нормального вдоха человек способен вдохнуть еще 1500 - 2000 см воздуха - это так называемый **дополнительный объем вдоха**. После спокойного выдоха можно дополнительно выдохнуть около 1500 см³ воздуха. Это **дополнительный объем выдоха**. Наибольший объем воздуха после глубокого вдоха, который можно с усилием выдохнуть составляет в среднем 3500 см и называется **жизненной емкостью, легких (ЖЕЛ)**, а у хорошо тренированных людей может достигать 6л. Жизненная емкость легких равна суммарной величине дыхательного и дополнительного объемов вдох и выдоха. Легочная вентиляция в покое составляет 6-9 л, а при большой физической (профессиональной) нагрузке она возрастает до 15-20 л.

В физиологии дыхания существуют еще весьма важные понятия, характеризующие вентиляцию легких, такие как **общая емкость легких (ОЕЛ)** - это объем воздуха, содержащийся в легких на высоте максимального вдоха, он равен сумме ЖЕЛ плюс остаточный объем легких; **минутный объем воздуха (МОВ)**, который характеризуется объемом воздуха проходящего через легкие за 1 мин; и **максимальная вентиляция легких (МЕЛ)** - объем воздуха, проходящий через легкие за 1 мин при максимально возможной глубине и частоте дыхания. Данный показатель зависит от возраста, пола, силы грудных мышц, а значит, от совершаемых человеком больших физических усилий.

Содержание газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе различное.

Вдыхаемый воздух содержит около 21% кислорода, около 78% азота и 0,03% углекислого газа, незначительное количество водяных паров и инертных газов. В **выдыхаемом воздухе** количество кислорода уже всего около 16%, а количество углекислого газа возрастает до 4%, и увеличивается содержание водяных паров. Это происходит за счет диффузии в легочных альвеолах. Концентрация углекислого газа в венозных капиллярах альвеол выше, чем в воздухе, заполняющем альвеолы. Углекислый газ из венозной крови поступает в альвеолы и во время выдоха выводится из организма. Кислород из легочных альвеол проникает в кровь и вступает в реакцию с гемоглобином (обогащая его). Кровь из венозной становится артериальной, и по легочным венам уже артериальная кровь поступает в левое предсердие, затем в левый желудочек и в большой круг кровообращения.

Перенос кислорода в ткани происходит через эритроциты крови, которая из капилляров большого круга кровообращения легко диффундирует и принимает участие в окислительных процессах. Углекислый газ из клеток поступает в кровь. На этом этапе происходит превращение артериальной крови в венозную, которая по венам большого круга кровообращения поступает в правое предсердие и далее в правый желудочек сердца, затем в легкие.

Регуляция дыхательной системы

Центральным регулятором дыхания является дыхательный центр, который представляет собой нервные образования, расположенные на различных уровнях ЦНС. Основные ядра дыхательного центра находятся на дне IV желудочка (вдыхательный и выдыхательный центр) и варолиевом мосту (центр регуляции частоты дыхания).

Углекислота, накапливающаяся в крови при активном использовании клетками кислорода, и молочная кислота, попадающая в кровь в больших количествах при интенсивной мышечной работе, *возбуждают дыхательный центр* мозга, вследствие чего частота и глубина дыхания увеличиваются.

Особое значение имеют воспринимающие концевые нервные аппараты - *хеморецепторы*, расположенные в стенках аорты и в местах разветвления общих сонных артерий. Они регистрируют изменения газового состава крови и посылают соответствующие сигналы в дыхательный центр. Повышение концентрации углекислого газа и понижение концентрации кислорода в крови приводят к

возбуждению дыхательного центра, учащению дыхания и увеличению вентиляции легких. Понижение концентрации углекислого газа угнетает дыхательный центр, вентиляция легких при этом уменьшается.

Гуморальная регуляция дыхания осуществляется изменением возбудимости дыхательного центра при воздействии химических раздражителей или биологически активных веществ, поступающих в кровь.