**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Республики Дагестан**

**«Каспийское медицинское училище им.А.Алиева»**

Преподаватель анатомии и физиологии человека :

Шахназарова Хадиджат Гаджиевна

**Статья**

на тему: **«Физиология дыхания»**

**«Физиология дыхания»**

**Дыханием** называют процесс газообмена между живым организмом и внешней средой. При этом из внешней среды организм потребляет кислород, а выделяет наружу углекислый газ. У человека газообмен состоит из трёх фаз: 1) внешнего дыхания; 2)транспорт газов кровью; 3) внутреннего дыхания.

Дыхание – синоним и неотъемлемый признак жизни. «Пока дышу – надеюсь», утверждали древние римляне, а греки называли атмосферу «пастбищем жизни». Человек в день съедает примерно 1,24 кг пищи, выпивает 2 л воды, но вдыхает свыше 9 кг воздуха (более 10 000 л).

**Дыхательная система человека -** совокупность органов, обеспечивающих функцию [внешнего дыхания](https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%2592%25D0%25BD%25D0%25B5%25D1%2588%25D0%25BD%25D0%25B5%25D0%25B5_%25D0%25B4%25D1%258B%25D1%2585%25D0%25B0%25D0%25BD%25D0%25B8%25D0%25B5&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHIOKDLdUvInwD_3b-Yqk_5xv2_5A) человека ([газообмен](https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%2593%25D0%25B0%25D0%25B7%25D0%25BE%25D0%25BE%25D0%25B1%25D0%25BC%25D0%25B5%25D0%25BD&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNFNiDzkwnFzXp2hnw7WNKvIvMRcOg) между вдыхаемым [атмосферным воздухом](https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%2590%25D1%2582%25D0%25BC%25D0%25BE%25D1%2581%25D1%2584%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25BD%25D1%258B%25D0%25B9_%25D0%25B2%25D0%25BE%25D0%25B7%25D0%25B4%25D1%2583%25D1%2585&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHbDmdCSKtik-pOsPwJfBrYr63zgA) и циркулирующей по [малому кругу кровообращения](https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%259C%25D0%25B0%25D0%25BB%25D1%258B%25D0%25B9_%25D0%25BA%25D1%2580%25D1%2583%25D0%25B3_%25D0%25BA%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B2%25D0%25BE%25D0%25BE%25D0%25B1%25D1%2580%25D0%25B0%25D1%2589%25D0%25B5%25D0%25BD%25D0%25B8%25D1%258F&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEjPEssfIHGAKqeAI1Rp9fBKHiOdQ) [кровью](https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%259A%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B2%25D1%258C&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNGxA8pWQtVVqyiXhFwzI9v5oWO6gw)).

Дыхание является одной из важнейших функций регулирования жизнедеятельности человеческого организма.

В дыхательную систему входят легкие и респираторный тракт (дыхательные пути), который, в свою очередь, включает носовые ходы, гортань, трахею, бронхи, мелкие бронхи и альвеолы. Бронхи разветвляются, распространяясь по всему объему легких, и напоминают крону дерева. Поэтому часто трахею и бронхи со всеми ответвлениями называют бронхиальным деревом [1].

**Функции дыхательной системы:**

1. Основная функция дыхательной системы заключается в обеспечении газообмена О2 и СО2 между окружающей средой и организмом в соответствии с его метаболическими потребностями

2. Участвует в голосообразовании.

3. Участвует в обонянии.

4. Участвует в теплообмене, в вводно-солевом, липидном обмене и т.д.

5. Выполняет иммунологическую защиту.

**Значение кислорода и углекислого газа для человека:**

1. Кислород необходим живой клетке для непрерывно идущего в ней процесса окисления в результате, которого освобождается энергия.

2. Углекислый газ образуется в результате окисления, как конечный продукт обмена веществ и подлежит выведению из организма.

**Дыхательный цикл**состоит из вдоха, выдоха и дыхательной паузы. Обычно вдох короче выдоха. Длительность вдоха у взрослого человека составляет от 0,9 до 4,7 с, длительность выдоха - 1,2-6 с. Дыхательная пау­за различна по величине и может даже отсутствовать. Частота дыхания, определяемая по числу экскурсий грудной клетки в минуту, составляет в норме у взрослых 16-18 в минуту, у новорожденных 40-- 60, у пятилетних детей - 25 экскурсий в минуту. В любом возрасте частота дыхания меньше частоты сердечных сокращений примерно в 4-5 раз.

**Вентиляция** альвеол осуществляется чередованием вдоха (инспирация) и выдоха (экспирация). При вдохе в альвеолы поступает [атмосферный воздух](https://www.google.com/url?q=https%3A%2F%2Fru.wikipedia.org%2Fwiki%2F%25D0%2590%25D1%2582%25D0%25BC%25D0%25BE%25D1%2581%25D1%2584%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25BD%25D1%258B%25D0%25B9_%25D0%25B2%25D0%25BE%25D0%25B7%25D0%25B4%25D1%2583%25D1%2585&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHbDmdCSKtik-pOsPwJfBrYr63zgA), а при выдохе из альвеол удаляется воздух, насыщенный углекислым газом.

Учащенное дыхание называют тахипноэ, а редкое – брадипноэ.

Выделяют два типа дыхания – грудной и брюшной. При грудном типе преобладает увеличение объема грудной клетки за счет поднимания ребер, не за счет опускания купола диафрагмы. Этот тип дыхания более характерен для женщин. Брюшной тип дыхания обеспечивается диафрагмой. При опускании диафрагмы 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.

Различают несколько этапов дыхания:

1. Внешнее дыхание – обмен газов между атмосферой и альвеолами.

2. Обмен газов между альвеолами и кровью легочных капилляров.

3. Транспорт газов кровью – процесс переноса О2 от легких к тканям и СО2 от тканей – к легким.

4. Обмен О2 и СО2 между кровью капилляров и клетками тканей организма.

5. Внутреннее, или тканевое, дыхание – биологическое окисление в митохондриях клетки.

**Механизм вдоха и выдоха.**

К дыхательному аппарату человека относится грудная клетка с мышцами, приводящими её в движение. Главные дыхательные мышцы – это диафрагма и межрёберные мышцы (внутренние и наружные). Вспомогательные мышцы включаются в обеспечение вдоха только в экстренных ситуациях. Например, в обстоятельствах, затрудняющих вентиляцию легких (бронхиальная астма, пневмония и т.д.).

**Вспомогательные мышцы вдоха** — это грудино-ключично-сосцевидная мышца, передняя, средняя и задняя лестничные мышцы, большая и малая грудные мышцы, нижние волокна передней зубчатой мышцы и широчайшая мышца спины. Задняя верхняя зубчатая мышца (также, как и подвздошно-реберная мышца шеи) может участвовать во вдохе

**Вспомогательные экспираторные мышцы** — это мышцы передней брюшной стенки: прямая мышца живота, наружная косая мышца, внутренняя косая мышца и поперечная мышцы живота. В области грудо-поясничного перехода это самые нижние волокна подвздошно-реберной мышцы и длиннейшая мышца, задняя нижняя зубчатая мышца и квадратная мышца поясницы.

**Вдох (инспирация**) является активным процессом и осуществляется за счёт:

1*.*Мышечной деятельности (сокращения наружных межрёберных мышц и диафрагмы – опускается вниз), вследствие чего грудная полость расширяется в трёх направлениях:

а) вертикальном – книзу;

б) в стороны;

в) в переднезаднем направлении.

2*.*Эластичности лёгочной ткани.

При вдохе легкие пассивно следуют за уве­личивающейся в размерах грудной клеткой. Дыхательная поверхность лег­ких увеличивается, давление же в них понижается и становится на 2 мм рт.ст. ниже атмосферного. Это способствует поступлению воздуха через дыхательные пути в легкие.

**Выдох (экспирация)** осуществляется в результате расслабления дыхательных мышц - межрёберных и диафрагмы, грудная клетка опускается и уменьшается в трёх направлениях; легкие при этом уменьшаются в объёме, давление в них становится выше атмосферного на 3-4мм.рт.ст., благодаря чему начинается ток воздуха из лёгких наружу – происходит выдох.

**Силы, обеспечивающие спокойный выдох:**

1. сила тяжести грудной клетки
2. эластическая тяга легких
3. давление органов брюшной полости
4. эластическая тяга перекрученных во время вдоха реберных хрящей

Расправление и спадение лёгочных альвеол, а так же движение воздуха по воздухоносным путям сопровождается возникновением дыхательных шумов, которые можно выслушать методом выслушивания ***(*аускультации**). А методом выстукивания (**перкуссии**) можно определить границы лёгких и подвижность лёгочного края.

Повышенное и пониженное атмосферное давление влияют на процессы дыхания. При пониженном давлении снижается парциальное давление кислорода. Это, наблюдается, при подъеме на высоту. На высоте до 3000 м над уровнем моря человек чувствует себя удовлетворительно. Увеличивается частота дыхания, ускоряется кровообращение. Организм адаптируется к меньшему количеству кислорода. При подъеме выше 4000 – 6000 м появляются одышка, приступы удушья, сердцебиение; некоторые участки кожи становятся синюшными. Возникает «горная болезнь».

Повышение давления наблюдается 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. 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 глубин следует осуществлять постепенно.

**Диффузия газов.**

**Вентиляцией лёгких** называют объём воздуха, проходящий через лёгкие в 1 минуту. Иначе его называют минутным объёмом дыхания (мод). В покое он равен 5 – 8 л/ мин. , а при мышечной работ может достигать 80 и даже 120 – 150 л/мин.

Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха довольно постоянен. Человек вдыхает атмосферный воздух в котором содержится 20,94% кислорода, 79,03% азота и 0,03% углекислого газа. Выдыхаемый воздух содержит 16,3% кислорода и 4% углекислого газа.

Важнейший механизм газообмена – это **диффузия,** при которой молекулы перемещаются из области их высокого скопления в область низкого содержания без затраты энергии (*пассивный транспорт*).

Движение газов происходит в результате разницы парциальных давлений. Парциальное давление - это та часть давления, которую составляет данный газ из общей смеси газов. Пониженное давление кислорода в ткани способствует движению О2 к ней.

Градиент парциального давления кислорода и углекислого газа – это сила, с которой молекулы данных газов стремятся проникнуть через альвеолярную мембрану в кровь. Парциальное напряжение газа в крови или тканях - это сила, с которой молекулы растворимого газа стремятся выйти в газовую среду.

На уровне моря атмосферное давление составляет в среднем 760 мм рт.ст., а процентное содержание кислорода – около 21%. В этом случае РО2 в атмосфере составляет:

100% смеси газов имеют давление – 760 мм рт ст

20,94% кислорода -х мм рт ст

Х = 760 \* 20,94 : 100 = 159 мм рт ст

Рассчитанное таким же образом парциальное давление О2 в альвеолах равно 102 мм рт ст .

В артериальной крови парциальное напряжение кислорода достигает почти 100 мм рт.ст., в венозной крови – около 40 мм рт.ст., а в тканевой жидкости и в клетках – 10-15 мм рт.ст. Напряжение углекислого газа в артериальной крови составляет около 40 мм рт.ст., в венозной – 47 мм рт.ст., а в тканях – до 60 мм рт.ст.

**Аэрогематический барьер**, через который диффундируют дыхательные газы включает:

1. пленка сурфактанта, выстилающая изнутри поверхность альвеол;
2. альвеолярный эпителий – однослойный плоский;
3. интерстициальную соединительную ткань, придающую эластичность альвеолам;
4. эндотелий капилляра;
5. слой плазмы.

Суммарное расстояние этих слоев составляет 0,5 мкм.

**Значение сурфактанта:**

1. создает возможность расправления легкого при первом вдохе новорожденного;
2. препятствует развитию ателектаза при выдохе;
3. обеспечивает до ⅔ эластического сопротивления ткани легкого взрослого человека и стабильность структуры респираторной зоны;
4. регулирует скорость адсорбции О2 по границе раздела фаз газ – жидкость и интенсивность испарения Н2О с альвеолярной поверхности;
5. очищает поверхность альвеол от попавших с дыханием инородных частиц и обладает бактериостатической активностью.

**Газообмен в лёгких**

Газообмен в лёгких осуществляется между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров путём диффузии газов.

**В венозной крови парциальное давление О2меньше (40 мм. рт. ст), чем в альвеолах, таким образом, О2диффундирует из альвеол в капилляры. Парциальное давление СО2в венозной крови больше (47 мм. рт. ст), чем в альвеолах, таким образом СО2идёт из крови в альвеолы, кровь из венозной превращается в артериальную.**

Кислород находится в крови в следующих состояниях:

1. растворённом в плазме
2. в виде оксигемоглобина

Таким образом, венозная кровь обогащается кислородом и превращается в артериальную. Кислород связывается с [гемоглобином](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_308.htm%23bm21&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNE2DctDq5w09mmDH3-Sdv0DL0I7ig), который содержится в эритроцитах, насыщенная кислородом кровь поступает в сердце и выталкивается в большой круг кровообращения. По нему кровь разносит кислород по всем тканям организма. Поступление кислорода в ткани обеспечивает их оптимальное функционирование, при недостаточном же поступлении наблюдается процесс кислородного голодания ([гипоксии](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_308.htm%23bm167&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNH-KvtH98VyGeD5N6ZHOPqMnqA1Sw)).

**Газообмен в тканях.** Артериальная кровь направляется к тканям, где в результате непрерывно идущих окислительных процессов потребляется кислород и образуется углекислый газ.

**В тканях парциальное давление О2не большое , а в артериальной крови больше (100 мм рт. ст.), поэтому О2идёт в ткани. СО2идёт из тканей, где его давление 60 мм рт. ст. в артериальную кровь, где его давление 40 мм рт. ст.**

Кровь становится венозной и по венам поступает в лёгкие, где цикл обмена газов повторяется.

**Перенос газов кровью**.

1)Транспорт кислорода начинается в капиллярах легких, где основная масса поступающего в кровь О2 вступает в химическую связь с гемоглобином. Гемоглобин способен избирательно связывать О2 и образовывать оксигемоглобин (НbО2). Одна молекула гемоглобина присоединяет четыре молекулы кислорода, при этом гемоглобин превращается в оксигемоглобин, а кровь из венозной становится артериальной:. Hb + O2 = HbO2. Один грамм гемоглобина связывает 1,36-1,34 мл О2, в 1 л крови содержится 140-150 г гемоглобина. Кровь человека содержит примерно 700-800 г гемоглобина и может связывать 1 л кислорода. В виде оксигемоглобина кислород доставляется во все ткани организма.

2) Образовавшийся в тканях углекислый газ вследствие разности напряжения диффундирует в плазму, а из неё – в эритроциты. В эритроцитах 10% углекислого газа соединяется с гемоглобином и образует непрочное соединение – карбгемоглобин. Остальная часть соединяется с водой и превращается в угольную кислоту:. СО2 + Н2О = Н2СО3 . Эта реакция ускоряется в 20 000 раз ферментом – карбоангидразой находящейся в эритроцитах. Этот фермент в плазме отсутствует. Мембрана эритроцитов хорошо проницаема для СО2, поэтому часть СО2 быстро диффундирует из плазмы внутрь эритроцитов. Эта реакция обратимая. В тканевых капиллярах, где напряжение углекислого газа высокое реакция идёт **слева направо** с образованием угольной кислоты. В легочных капиллярах где давление углекислого газа сравнительно низкое, реакция идёт **справа налево** и образуются вода и углекислый газ, который диффундирует в альвеолярный воздух.. Угольная кислота в тканевых капиллярах реагирует с ионами натрия и калия и образует бикарбонаты. Наибольшее количество бикарбонатов плазмы крови образуется при участии карбоангидразы эритроцитов

Транспорт углекислого газа к лёгким(СО2,) осуществляется:

1) физически растворённом виде

2) в непрочном химическом соединении в виде: карбогемоглобина, угольной кислоты и бикарбонатов натрия и калия.

В венозной крови углекислого газа содержится всего 580 мл. При этом на долю физически растворенного газа приходится  
25 мл, на долю карбогемоглобина – около 45 мл, на долю бикарбонатов – 510 мл (бикарбонатов плазмы 340 мл, эритроцитов 170 мл).

**Регуляция дыхания.**

Организм осуществляет тонкое регулирование содержания кислорода и углекислого газа в крови, которое остается относительно постоянным, несмотря на колебания количества поступающего кислорода и потребности в нем. Во всех случаях регуляция интенсивности дыхания направлена на конечный приспособительный результат – оптимизацию газового состава внутренней среды организма.

Ритмическая последовательность вдоха и выдоха, а также изменение характера дыхательных движений в зависимости от состояния организма обусловлено наличием дыхательного центра, который расположен в продолговатом мозге.

Дыхательный центр является двусторонним. Каждая его половина состоит из центра вдоха и выдоха. Импульсы из дыхательного центра идут к двигательным нейронам диафрагмальных и межрёберных мышц, расположенным в спинном мозге, а от них – к дыхательной мускулатуре и вызывают её сокращения.

Регуляция работы дыхательного центра осуществляется следующими механизмами:

1. Нервным

а) кора больший полушарий;

б) секрецию бронхиальных желез, а также их просвет регулирует вегетативная нервная система. Под влиянием ее симпатических нервов просвет бронхов расширяется, секреция угнетается. Парасимпатические нервы вызывают обратные эффекты.

2. Гуморальным.

Биологически активные вещества, например, адреналин и норадреналин, угнетают работу желез и расширяют просвет бронхов. Противоположное действие оказывают ацетилхолин и гистамин.

3. Рефлекторным – возникают при раздражении любых рецепторов (болевых, холодовых и т.д.)

Особое значение в регуляции дыхания имеют хеморецепторы. Они незамедлительно реагируют на малейшие изменения химического состава внутренней среды организма. Хеморецепторы расположены в каротидном синусе (в области бифуркации общей сонной артерии), и аортальном синусе (в дуге аорты), а также в ЦНС (в продолговатом мозге). С этих рецепторов возникают рефлексы, регулирующие дыхание при изменении напряжения в крови СО2  и О2 . В регуляции дыхания участвуют также чувствительные нервные окончания, реагирующие на растяжение легких, химическое раздражение дыхательных путей. Важную роль играют проприорецепторы дыхательных мышц. От всех перечисленных рецепторов информация поступает дыхательный центр (продолговатый мозг).

Главным регулятором деятельности дыхательного центра является напряжение СО2  в крови.

Интенсивное дыхание, состоящее в увеличении скорости дыхания или его глубины (процесс называется [гипервентиляцией](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_308.htm%23bm172&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHU20uZj4hPcsiijl6E69aipCU05w)), приводит к увеличению поступления кислорода через воздухоносные пути. Однако частая гипервентиляция способна обеднить ткани организма кислородом. Частое и глубокое дыхание приводит к уменьшению количества углекислоты в крови ([гипокапнии](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_308.htm%23bm173&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEEQrzhkjF1uDzWsKp9gRfp-mbiEQ)) и защелачиванию крови – респираторному алкалозу.

При глубоком, медленном дыхании ([брадипноэ](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_308.htm%23bm175&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNGpWcDaekVusr6cTkt4Bf8PPGT2Qg)) наблюдается гиповентиляционный эффект. [Гиповентиляция](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_308.htm%23bm176&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNFZ6dOxkRcskVD7AYj32FH5ZBiclg) – поверхностное и замедленное дыхание, в результате которого в крови отмечается понижение содержание кислорода и резкое увеличение содержания углекислого газа ([гиперкапния](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_308.htm%23bm177&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHnTndyM-6Jb8ZGP5E5Qrvmbq129w)).

Оптимальным считается носовое дыхание, оно создает сопротивление потоку воздуха, благодаря чему определяется состав воздуха (оцениваются запахи) происходит согревание и увлажнение воздуха. При этом формируется медленное и глубокое дыхание, которое создает оптимальные условия для газообмена в альвеолах, улучшает распределение сурфактанта, препятствует спадению альвеол и легких. При носовом дыхании также происходит очищение вдыхаемого воздуха.

Временная рефлекторная остановка дыхания называется **апноэ.** Оно происходит при действии воды на область нижнего носового хода (при умывании, нырянии), а также во время акта глотания, предохраняя дыхательные пути от попадания в них воды или пищи. При раздражении рецепторов слизистой оболочки гортани, трахеи и бронхов возникает защитный кашлевой рефлекс. При раздражении слизистой оболочки носа происходит чихание. Раздражение рефлексогенной зоны полости носа также вызывает интенсивное слезотечение. Слеза стекает через носослезный канал в полость носа и, смывая раздражающее вещество, выполняет защитную функцию.

**Дыхательные объемы и ёмкости**

Для исследования функционального состояния аппарата дыхания используют **определение легочных объёмов и ёмкостей** при помощи приборов – спирометров и спирографов.

Дыхательный объём – количество воздуха, вдыхаемое и выдыхаемое в покое =300-700 мл

Резервный объём вдоха – максимальное количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного вдоха = 1500-2000 мл

Резервный объём выдоха - максимальное количество воздуха, которое можно выдохнуть после спокойного выдоха = 1500-2000 мл

Остаточный объём – количество воздуха , остающееся в лёгких после максимального выдоха = 1000-1500 мл

**Ёмкости:**

Жизненная ёмкость лёгких- ЖЕЛ – максимальное количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха = 3500-4700 мл

Общая ёмкость лёгких – количество воздуха, содержащееся в лёгких на высоте максимального вдоха=4700-6000 мл

Резерв вдоха – максимальное количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного выдоха=2000 мл

Функциональная остаточная ёмкость-количество воздуха, оставшееся в лёгких после спокойного выдоха=2700-2900 мл.

# Список литературы

# 1 Е.А Воробьёва А.В. Губарь Е.Б. Сафьянникова «Анатомия и физиология» «Издательство Альянс» 2019г.

2 С.Д. Барышников «Анатомия и физиология человека» Москва 2002г.

3 Федюкович Н. И. Анатомия и физиология человека. Учебник. — М: Феникс, 2021г.

4 Научно популярное методическое пособие «Дыхательная система. Физиология дыхания» [Электронный ресурс) [http://www.rlsnet.ru/books\_book\_id\_2\_page\_30.htm](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.rlsnet.ru%2Fbooks_book_id_2_page_30.htm&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEOuTHLj4Jj4cyB4wkbsSJTOb9ngQ)