

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ

**КАФЕДРА НОРМАЛЬНОЙ, ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ
ФИЗИОЛОГИИ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ ДЛЯ
СТУДЕНТОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО И МЕДИКО-
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТОВ**

Лекция №8

ТЕМА: «ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИИ ДЫХАНИЯ»

Ташкент - 2010

План лекции:

1. Внешнее и внутреннее дыхание. Легочные объемы
2. Газообмен в легких
3. Транспорт газов кровью. Регуляция дыхания
4. Возрастные изменения дыхания
5. Гигиена дыхания

Цель лекции: обучение студентов классическим сведениям в области физиологии дыхания, основным методам исследования системы дыхания и способам искусственного дыхания.

В организме человека и животных запасы кислорода ограничены. Поэтому организм нуждается в непрерывном поступлении кислорода из окружающей среды. Так же постоянно и непрерывно из организма должен удаляться углекислый газ, который всегда образуется в процессе обмена веществ и в больших количествах является токсичным соединением.

Дыхание — сложный непрерывный процесс, в результате которого постоянно обновляется газовый состав крови. В этом заключается его сущность.

В процессе дыхания принято различать три звена: внешнее, или легочное, дыхание, транспорт газов кровью и внутреннее, или тканевое, дыхание.

Внешнее дыхание — это газообмен между организмом и окружающим его атмосферным воздухом. Внешнее дыхание может быть разделено на два этапа — обмен газов между атмосферным и альвеолярным воздухом и газообмен между кровью легочных капилляров и альвеолярным воздухом. Внешнее дыхание осуществляется за счет активности аппарата внешнего дыхания.

Аппарат внешнего дыхания включает в себя дыхательные пути, легкие, плевру, скелет грудной клетки и ее мышцы» а также диафрагму. Основной функцией аппарата внешнего дыхания является обеспечение организма кислородом и освобождение его от избытка углекислого газа. О функциональном состоянии аппарата внешнего дыхания можно судить по ритму, глубине, частоте дыхания, по величине легочных объемов, по показателям поглощения кислорода и выделения углекислого газа и т. д.

Транспорт газов осуществляется кровью. Он обеспечивается разностью парциального давления (напряжение) газов по пути их следования: кислорода от легких к тканям, углекислого газа от клеток к легким.

Внутреннее или тканевое дыхание также может быть разделено на два этапа. Первый этап — обмен газов между кровью и тканями. Второй — потребление кислорода клетками и выделение ими углекислого газа (клеточное дыхание).

Человек дышит атмосферным воздухом, который имеет следующий состав: 20,94% кислорода, 0,03% углекислого газа, 79,03% азота. В выдыхаемом воздухе обнаруживается 16,3 % кислорода, 4 % углекислого газа, 79,7 % азота.

Состав выдыхаемого воздуха непостоянен и зависит от интенсивности обмена веществ, а также от частоты и глубины дыхания. Стоит задержать дыхание или сделать несколько глубоких дыхательных движений, как состав выдыхаемого воздуха изменяется.

Альвеолярный воздух по составу отличается от атмосферного, что вполне закономерно. В альвеолах происходит обмен газов между воздухом и кровью, при этом в кровь диффундирует кислород, а из крови — углекислый газ. В результате в альвеолярном воздухе резко уменьшается содержание кислорода и возрастает количество углекислого газа. Процентное содержание отдельных газов в альвеолярном воздухе: 14,2—14,6% кислорода, 5,2—5,7% углекислого газа, 79,7—80% азота. Альвеолярный воздух отличается по составу и от выдыхаемого воздуха. Это объясняется тем, что выдыхаемый воздух содержит смесь газов из альвеол и вредного пространства.

Каждое легкое покрыто снаружи серозной оболочкой—плеврой, состоящей из двух листков: пристеночного к легочного (висцерального). Между листками плевры имеется узкая щель, заполненная серозной жидкостью плевральная полость. В норме полости нет, однако она может возникнуть, если листки плевры будут раздвинуты экссудатом, образующимся при некоторых

патологических состояниях, или же воздухом, например, при травме грудной клетки.

Отрицательное внутригрудное давление и увеличение его во время вдоха имеет большое физиологическое значение. За счет отрицательного давления альвеолы всегда находятся в растянутом состоянии, что значительно увеличивает дыхательную поверхность легких, особенно во время вдоха. Отрицательное внутригрудное давление играет значительную роль в гемодинамике, обеспечивая венозный возврат крови к сердцу и улучшая кровообращение в легочном круге, особенно в фазу вдоха. Присасывающее действие грудной клетки способствует также и лимфообращению.

Дыхательный цикл состоит из вдоха, выдоха и дыхательной паузы. Обычно вдох короче выдоха. Длительность вдоха у взрослого человека от 0,9 до 4,7 с, длительность выдоха — 1,2—6 с. Продолжительность вдоха и выдоха зависит в основном от рефлекторных воздействий, идущих от рецепторов легочной ткани. Дыхательная пауза — непостоянная составная часть дыхательного цикла. Она различна по величине и даже может отсутствовать.

Дыхательные движения совершаются с определенным ритмом и частотой, которые определяют по числу экскурсий грудной клетки в 1 мин. У взрослого человека частота дыхательных движений составляет 12—18 в 1 мин. У детей дыхание поверхностное и поэтому более частое, чем у взрослых. Так, новорожденный дышит около 60 раз в мин, 5-летний ребенок 25 раз в 1 мин. В любом возрасте частота дыхательных движений меньше количества сердечных сокращений в 4—5 раз.

На частоту и глубину дыхания влияют многие факторы, в частности эмоциональное состояние, умственная нагрузка, изменение химического состава крови, степень тренированности организма, уровень и интенсивность обмена веществ.

Механизм вдоха. Вдох (инспирация) совершается вследствие увеличения объема грудной клетки в трех направлениях — вертикальном, сагиттальном (переднезаднем) и фронтальном (реберном). Изменение размеров грудной полости происходит за счет сокращения дыхательных мышц.

В зависимости от преимущественного участия в акте вдоха мышц грудной клетки и диафрагмы различают грудной, или реберный, и брюшной, или диафрагмальный, тип дыхания. У мужчин преобладает брюшной тип дыхания, у женщин — грудной.

При вдохе легкие пассивно следуют за увеличивающейся в размерах грудной клеткой. Дыхательная поверхность легких увеличивается, давление же в них понижается и становится на 0,26 кПа (2 мм рт. ст. ниже атмосферного). Это способствует поступлению воздуха через воздухоносные пути в легкие. Быстрому выравниванию давления в легких препятствует голосовая щель, так как в этом месте воздухоносные пути сужены. Только на высоте вдоха происходит полное заполнение воздухом расширенных альвеол.

Выдох (экспирация) осуществляется в результате расслабления наружных межреберных мышц и поднятия купола диафрагмы. При этом грудная клетка возвращается в исходное положение и дыхательная поверхность легких уменьшается. Сужение воздухоносных путей в области голосовой щели обуславливает медленный выход воздуха из легких. В начале фазы выдоха давление в легких становится на 3—4 мм рт. ст. выше атмосферного, что облегчает выход воздуха из них в окружающую среду.

Для исследования функционального состояния аппарата внешнего дыхания, как в клинической практике, так и в физиологических лабораториях широко используют определение легочных объемов.

Различают четыре положения грудной клетки, которым соответствуют четыре основных объема легких: дыхательный, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха и остаточный объем.

Дыхательный объем — количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании. Его объем составляет 300-700 мл. Дыхательный объем обеспечивает поддержание определенного уровня парциального давления кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе, способствуя тем самым нормальному напряжению газов в артериальной крови. Резервный объем вдоха — количество воздуха, которое может быть введено в легкие, если вслед за спокойным вдохом произвести максимальный вдох. Резервный объем вдоха равняется 1500—2000 мл. Резервный

объем вдоха определяет способность легких к добавочному расширению, необходимость в котором имеется при увеличении потребности организма в газообмене.

Резервный объем выдоха — тот объем воздуха, который удаляется из легких, если вслед за спокойным вдохом и выдохом произвести, максимальный выдох. Он составляет 1500—2000 мл. Резервный объем выдоха определяет степень постоянного растяжения легких.

Остаточный объем — это объем воздуха, который остается в легких после максимально глубокого выдоха. Остаточный объем составляет 1000-1500 мл воздуха.

Дыхательный объем, резервные объемы вдоха и выдоха составляют так называемую жизненную емкость легких.

Жизненная емкость легких (показатель внешнего дыхания) — самое глубокое дыхание, на которое способен данный человек. Она определяется тем количеством воздуха, которое может быть удалено из легких, если после максимального вдоха сделать максимальный выдох.

Жизненная емкость легких у мужчин молодого возраста составляет 3,5-4,8 л, у женщин 3-3,5 л). Показатели жизненной емкости легких изменчивы. Они зависят от пола, возраста, роста, массы, положения тела, состояния дыхательных мышц, уровня возбудимости дыхательного центра и других факторов.

Общая емкость легких состоит из жизненной емкости легких и остаточного объема воздуха.

Коллапсный воздух — это минимальное количество воздуха, которое остается в легких после двустороннего открытого пневмоторакса. Наличие коллапсного воздуха в легких доказывается простым опытом. Установлено, что кусочек ткани легкого после пневмоторакса плавает в воде, а легкое мертворожденного (не дышавшего) плода тонет.

Легочная вентиляция — количество воздуха, обмениваемое в 1 мин. За счет легочной вентиляции обновляется альвеолярный воздух и в нем поддерживается парциальное давление кислорода и углекислого газа на таком уровне, который обеспечивает нормальный газообмен. Легочную вентиляцию определяют путем умножения дыхательного объема на число дыханий в 1 мин (минутный объем дыхания). У взрослого человека в состоянии относительного физиологического покоя легочная вентиляция 6—8 л в 1 мин. Определение минутного объема дыхания имеет диагностическое значение.

Легочные объемы могут быть определены с помощью специальных приборов — спирометра и спирографа. Спирографический метод позволяет графически регистрировать величины легочных объемов,

Транспорт кислорода кровью. Кислород в крови находится в двух состояниях: физическом растворении и в химической связи с гемоглобином. Из 19 об% кислорода, извлекаемого из артериальной крови, только 0,3 об% находится в растворенном состоянии в плазме, остальная же часть кислорода химически связана с гемоглобином эритроцитов.

Гемоглобин образует с кислородом очень непрочное, легко диссоциирующее соединение — оксигемоглобин. 1 г гемоглобина связывает 1,34 мл кислорода. Содержание гемоглобина в крови составляет в среднем 140 г/л (14 г%). 100 мл крови может связать $14 \times 1,34 = 18,76$ мл кислорода (или 19 об%), что составляет в основном так называемую кислородную емкость крови. Следовательно, кислородная емкость крови представляет собой максимальное количество кислорода, которое может быть связано 100 мл крови.

Сродство гемоглобина к кислороду значительно понижается при сдвиге реакции крови в кислую сторону, что наблюдается в тканях и клетках организма вследствие образования углекислого газа. Это свойство гемоглобина имеет важное значение для организма.

Транспорт углекислого газа кровью. Растворимость углекислого газа в крови выше, чем растворимость кислорода. Однако только 2,5—3 об% углекислого газа из общего его количества (55—58 об%) находится в растворенном состоянии. Большая часть углекислого газа содержится в крови и в эритроцитах в виде солей угольной кислоты (48—51 об%), около 4—5 об% — в соединении с гемоглобином в виде карбгемоглобина, около 2/3 всех соединений углекислого газа находится в плазме и около 1/3 в эритроцитах.

В настоящее время установлено, что в эритроцитах содержится угольная ангидраза (карбоангидраза) — биологический катализатор, фермент, который значительно (в 300 раз) ускоряет расщепление угольной кислоты в капиллярах легких. В тканевых же капиллярах при участии карбоангидразы происходит синтез угольной кислоты в эритроцитах. Активность карбоангидразы в эритроцитах настолько велика, что синтез угольной кислоты ускоряется в десятки тысяч раз. Угольная кислота отнимает основания от восстановленного гемоглобина, в результате чего образуются соли угольной кислоты — бикарбонаты натрия в плазме и бикарбонаты калия в эритроцитах. Кроме того гемоглобин образует химическое соединение с углекислым газом — карбгемоглобин.

Конечной целью дыхания является снабжение всех клеток кислородом и удаление из организма углекислого газа. Для осуществления этой цели дыхания необходим ряд условий: 1) нормальная деятельность аппарата внешнего дыхания и достаточная вентиляция легких; 2) нормальный транспорт газов кровью; 3) обеспечение системой кровообращения достаточного кровотока; 4) способность тканей «забирать» из протекающей крови кислород, утилизировать его и отдавать в кровь углекислый газ.

Таким образом, тканевое дыхание обеспечивается функциональными взаимосвязями между системами дыхания, крови и кровообращения.

Ритмическая последовательность вдоха и выдоха, а также изменение характера дыхательных движений в зависимости от состояния организма (покой, работа различной интенсивности, эмоциональные проявления и т. д.) регулируются дыхательным центром.

Дыхательный центр, расположенный в продолговатом мозге, посылает импульсы к мотонейронам оспийного мозга, иннервирующим дыхательные мышцы. Диафрагма иннервируется аксонами мотонейронов, расположенных на уровне III—IV шейных сегментов спинного мозга. Мотонейроны, отростки, которых образуют межреберные нервы, иннервирующие межреберные мышцы, расположены в передних рогах (III—XII) грудных сегментов спинного мозга.

Регуляция деятельности дыхательного центра осуществляется с помощью гуморальных, рефлекторных механизмов и нервных импульсов, поступающих из вышележащих отделов головного мозга.

Специфическим регулятором активности нейронов дыхательного центра является углекислый газ, который действует на дыхательные нейроны непосредственно и опосредованно. В нейронах дыхательного центра в процессе их деятельности образуются продукты обмена веществ (метаболиты), в том числе и углекислый газ, который оказывает непосредственное влияние на инспираторные нервные клетки, возбуждая их. В ретикулярной формации продолговатого мозга, вблизи дыхательного центра, обнаружены хеморецепторы, чувствительные к углекислому газу. При увеличении напряжения углекислого газа в крови хеморецепторы возбуждаются, и нервные импульсы поступают к инспираторным нейронам, что приводит к повышению их активности.

В механизме стимулирующего влияния углекислого газа на дыхательный центр важное место принадлежит хеморецепторам сосудистого русла. В области сонных синусов и дуги аорты обнаружены хеморецепторы, чувствительные к изменениям напряжения углекислого газа и кислорода в крови.

В эксперименте показано, что промывание сонного синуса или дуги аорты, изолированных в гуморальном отношении, но с сохраненными нервными связями, жидкостью с повышенным содержанием углекислого газа сопровождается стимуляцией дыхания (рефлекс Гейманса). В аналогичных экспериментах установлено, что повышение напряжения кислорода в крови тормозит активность дыхательного центра.

Регуляция активности дыхательного центра представлена тремя уровнями.

Первый уровень регуляции - спинной мозг. Здесь располагаются центры диафрагмальных и межреберных нервов, обуславливающие сокращение дыхательных мышц. Однако этот уровень регуляции дыхания не может обеспечить ритмичную смену фаз дыхательного цикла, так как огромное количество афферентных импульсов от дыхательного аппарата, минуя спинной мозг,

направляются непосредственно в продолговатый мозг.

Второй уровень регуляции — продолговатый мозг. Здесь находится дыхательный Центр, который перерабатывает разнообразные афферентные импульсы, идущие от дыхательного аппарата, а также от основных рефлексогенных сосудистых зон. Этот уровень регуляции обеспечивает ритмичную смену фаз дыхания и активность спинномозговых мотонейронов, аксоны которых иннервируют дыхательную мускулатуру.

Третий уровень регуляции — верхние отделы головного мозга, включающие и корковые нейроны. Только при участии коры большого мозга возможно адекватное приспособление реакции системы дыхания к изменяющимся условиям окружающей среды.

Искусственное дыхание обычно применяют в случаях превращения самостоятельного дыхания или при резком снижении легочной вентиляции.

Широкое распространение получили эффективные способы искусственного дыхания — рот в рот и рот в нос, основанные на вдувании в легкие пострадавшего выдыхаемого воздуха лицом, оказывающим первую помощь. При данном способе искусственного дыхания можно обеспечить необходимый уровень легочной вентиляции.

Искусственное дыхание рот в рот и рот в нос проводится в следующем порядке. Пострадавшего укладывают на горизонтальной поверхности (пол, стол, жесткая кровать) без подушки, с максимально запрокинутой назад головой. Под плечи подкладывают валик или подушку высотой 10—15 см. Нижнюю челюсть выдвигают вперед. До начала искусственного дыхания убеждаются в проходимости дыхательных путей и при необходимости освобождают ротовую полость от инородных тел и рвотных масс. Затем вдувают выдыхаемый воздух в рот или нос пострадавшего. Содержание кислорода в выдыхаемом воздухе (16—17%) вполне достаточно для обеспечения нормального газообмена, а высокий процент углекислого газа (3—4%) способствует стимуляции дыхательного центра потерпевшего.

Дыхание рот в рот может быть проведено с помощью ротоносовой маски от наркозного аппарата или специального воздуховода. Кроме того, воздух может ритмически нагнетаться в дыхательные пути ослиного меха или насосом, приводимым в движение вручную или с помощью мотора.

Методы искусственного дыхания, основанные на сдавлении грудной клетки (выдох) и пассивном расправлении ее (вдох), в настоящее время практически не используются, так как не обеспечивают достаточного уровня легочной вентиляции.

В последние годы длительное искусственное дыхание осуществляется специальными аппаратами различных конструкций с автоматическим регулированием глубины и частоты дыхательных движений в зависимости от содержания кислорода в крови.

Особенности регуляции дыхания в детском возрасте.

К моменту рождения ребенка его дыхательный центр способен обеспечивать ритмичную смену фаз дыхательного цикла (вдох и выдох), но не так совершенно, как у детей старшего возраста. Это связано с тем, что к моменту рождения функциональное формирование дыхательного центра еще не закончилось.

Об этом свидетельствует большая изменчивость частоты, глубины, ритма дыхания у детей раннего возраста. Возбудимость дыхательного центра в этот период низкая.

К 11 годам уже становится хорошо выраженной возможность приспособления дыхания к различным условиям жизнедеятельности.

Чувствительность дыхательного центра к содержанию углекислого газа повышается с возрастом и в школьном возрасте достигает примерно уровня взрослых.

Следует отметить, что в период полового созревания происходят временные нарушения регуляции дыхания, и организм подростков отличается меньшей устойчивостью к недостатку кислорода, чем организм взрослого человека.

По мере созревания коры больших полушарий совершенствуется возможность произвольно изменять дыхание — подавлять дыхательные движения или производить максимальную вентиляцию легких.

Произвольные изменения дыхания играют важную роль при выполнении ряда дыхательных упражнений и помогают правильно сочетать определенные движения с фазой дыхания.

Одно из условий правильного дыхания – это забота о развитии грудной клетки. Правильные положения тела детей в процессе различных видов деятельности содействует расширению грудной клетки, облегчает глубокое дыхание. Наоборот, при согнутом положении туловища нарушается нормальная деятельность легких, или поглощается меньшее количество воздуха, а вместе с этим и кислорода.

Воспитанию у детей и подростков правильного дыхания через нос в состоянии относительного покоя, во время трудовой деятельности и выполнения физических упражнений уделяется большое внимание в процессе физического воспитания. Дыхательная гимнастика, плавание, гребля, ходьба на лыжах особенно содействуют совершенствованию дыхания.

Дыхательная гимнастика имеет и большое оздоровительное значение. Комплексы дыхательной гимнастики рекомендуется выполнять до 3 раз в день, спустя не менее часа после еды.

Чистота воздуха и его физико-химические свойства имеют огромное значение для здоровья и работоспособности детей и подростков. Пребывание детей и подростков в запыленном, плохо проветриваемом помещении является причиной не только ухудшением функционально состояния организма, но и многих заболеваний.

Для организма человека небезразлично содержание в воздухе положительных и отрицательных ионов. Легкие и отрицательные ионы благоприятно влияют на человека, это явилось основанием к применению искусственной ионизации воздуха закрытых помещений детских учреждений, спортивных залов.

Физиологическая потребность детей в чистом воздухе обеспечивается устройством системы центральной вытяжной вентиляции и форточек или фрамуг.

Контрольные вопросы

1. Сущность и значение дыхания.
2. Звенья дыхательного процесса.
3. Фазы дыхательного цикла и их характеристика.
4. Виды лёгочных объемов.
5. Легочная вентиляция.
6. Механизм первого вдоха новорожденного.
7. Способы искусственного дыхания. СРС:

Виды гипоксии. Патологические типы дыхания. Дыхание при физической нагрузке.