Реферат

«Система органов дыхания. Дыхание»

К органам дыхания относятся полость носа, гортань, трахея, бронхи и легкие. В дыхательной системе выделяют воздухоносные (дыхательные) пути (полость носа, гортань, трахея и бронхи) и дыхательную часть, представленную дыхательной паренхимой легких, где происходит газообмен между воздухом, содержащимся в альвеолах легких, и кровью. Дыхательная система развивается как вырост вентральной стенки глоточной кишки. Эта связь сохраняется в окончательной стадии развития: верхнее отверстие гортани открывается в глотку. Таким образом, воздух проходит к гортани через полости носа и рта и глотку. Полость носа и носовую часть глотки (носоглотка) объединяют под названием «верхние дыхательные пути». Характерными особенностями строения дыхательных путей является наличие хрящевого остова в их стенках, в результате чего стенки дыхательной трубки не спадаются, и наличие мерцательного эпителия на слизистой оболочке дыхательных путей, реснички клеток которого, колеблясь против движения воздуха, гонят наружу вместе со слизью инородные частицы, загрязняющие воздух.

1. ***Полость носа***

Полость носа (cavitas nasi) является начальным отделом дыхательных путей и одновременно органом обоняния. Пахучие вещества, поступая вместе с вдыхаемым воздухом, раздражают обонятельные рецепторы. Проходя через полость носа, воздух согревается, увлажняется и очищается.

Полость носа перегородкой делится на две половины, которые спереди через ноздри сообщаются с атмосферой, а сзади при помощи хоан — с носоглоткой. Стенки носовой полости образованы костями и хрящами и выстланы слизистой оболочкой, которая легко набухает под влиянием различных раздражителей.

Наиболее крупными хрящами является хрящ носовой перегородки, составляющей ее передний отдел, боковые хрящи и большие крыловидные, образующие крылья носа. В полости носа различают верхнюю, нижнюю, латеральную и медиальную (перегородка) стенки. С латеральной стенки свисают три носовые раковины: верхняя, средняя и нижняя, между которыми образуются три носовых хода: верхний, средний и нижний. Область верхнего носового хода носит название обонятельной, так как в ее слизистой оболочке содержатся обонятельные рецепторы, а среднего и нижнего — дыхательной.

С носовой полостью связаны воздухоносные пазухи соседних костей — околоносовые пазухи. Сюда относятся верхнечелюстная (гайморова), лобная, клиновидная пазухи и пазухи решетчатой кости.

Воздух из полости носа попадает в носоглотку, а затем в ротовую и гортанную части глотки, куда открывается отверстие гортани. В области глотки перекрещиваются пищеварительный и дыхательный пути. Воздух может поступать сюда также через рот.

1. ***Гортань***

Гортань (larynx) располагается в передней области шеи на уровне IV—VI шейных позвонков, ниже подъязычной кости, образуя здесь заметное возвышение. У мужчин оно особенно хорошо выражено («адамово яблоко»). При разговоре, пении, кашле гортань смещается, следуя за подъязычной костью, с которой соединена. У детей гортань расположена выше (на уровне III шейного позвонка), у стариков вследствие слабости связочного аппарата опускается до уровня VII позвонка. Сзади от гортани располагается глотка, с которой гортань сообщается через верхнее отверстие. Внизу гортань переходит в дыхательное горло — трахею. Спереди от нее лежат мышцы шеи, сбоку — сосудисто-нервные пучки.

Скелет гортани образован несколькими хрящами. Перстневидный хрящ расположен в нижнем ее отделе, щитовидный образует переднебоковые стенки, вверху отверстие гортани прикрывает надгортанник. Сзади располагаются более мелкие парные хрящи: черпаловидные, рожковидные и клиновидные. Хрящи соединяются между собой суставами и связками и могут менять свое положение относительно друг друга благодаря наличию мышц.

Полость гортани выстлана слизистой оболочкой и подразделяется на три отдела: верхний — преддверие гортани, средний суженный — собственно голосовой аппарат и нижний — под голосовая полость. Наиболее сложно устроен средний отдел, где на боковых стенках имеются две пары складок, между которыми образуются углубления — желудочки гортани. Верхние складки называются преддверными, а нижние — голосовыми. В толще последних лежат голосовые связки, образованные эластическими волокнами, и мышцы. Промежуток между правой и левой голосовыми складками называется голосовой щелью. Голосовые связки натянуты между щитовидным и черпаловидными хрящами и служат для воспроизведения звуков. В результате изменения положения хрящей под действием мышц гортани могут меняться ширина голосовой щели и натяжение голосовых связок. Выдыхаемый воздух колеблет голосовые связки, в результате чего возникают звуки. Расширяет голосовую щель одна мышца — задняя перстнечерпаловидная, сужают несколько мышц: боковая перстнечерпаловидная, щиточерпаловидная и др.

У детей и женщин размеры гортани меньше, чем у мужчин, следовательно, голосовые связки у них короче и голос выше. Величина гортани сильно изменяется в период полового созревания, вследствие чего у мальчиков, например, голос «ломается», становится ниже. В членораздельной речи участвуют также язык, губы, полости рта и носа.

1. ***Дыхательное горло***

Дыхательное горло — трахея (trachea) — является непосредственным продолжением гортани. Стенка трахеи состоит из 16—20 неполных хрящевых колец, соединенных кольцевидными связками. Они простираются на 2/з окружности. Задняя стенка перепончатая, содержит неисчерченные мышечные клетки. Слизистая оболочка выстлана мерцательным эпителием, богата лимфоидной тканью и железами. Трахея начинается на уровне нижнего края VI шейного позвонка и заканчивается на уровне IV—V грудных, где разделяется на два главных бронха. Это место называется бифуркацией (раздвоение) трахеи. (У детей начало трахеи расположено на уровне IV шейного позвонка, а раздвоение — на уровне II—III грудных позвонков.) Длина трахеи 8—12 см, поперечный диаметр ее 1,5—1,8 см. В шейном отделе спереди к трахее прилежит щитовидная железа, перешеек которой находится на уровне 2—4-го кольца трахеи, сзади лежит пищевод, а по бокам — сонные артерии. Грудной отдел ее спереди покрыт у детей вилочковой железой (или ее остатками у взрослых) и крупными сосудами, отделяющими трахею от грудины.

1. ***Бронхи***

Главные бронхи отходят от трахеи почти под прямым углом и направляются к воротам легких. Правый бронх шире, но короче левого и является как бы продолжением трахеи. Стенка главных бронхов, так же как и трахея, содержит неполные хрящевые кольца. В бронхах среднего калибра гиалиновая хрящевая ткань сменяется эластической хрящевой тканью. В бронхах малого калибра фиброзно-хрящевая оболочка отсутствует. Главные бронхи (первого порядка) делятся в легком на долевые (второго порядка), а те в свою очередь — на сегментарные (третьего порядка), продолжающие делиться,— так образуется бронхиальное дерево легкого.

1. ***Легкие***

Легкие (pulmones, pneumones) лежат в грудной полости по сторонам от сердца и крупных сосудов, покрыты серозной оболочкой — плеврой, которая образует вокруг них два замкнутых плевральных мешка. По форме легкие напоминают неправильный конус с основанием, обращенным диафрагме, и верхушкой, выступающей на 2—3 см над ключицей в области шеи. В легком выделяют три поверхности: выпуклую реберную, прилежащую к внутренней поверхности стенки грудной полости, диафрагмальную (основание) — к диафрагме и средостенную, или медиальную—внутреннюю, обращенную к органам средостения, лежащим между плевральными мешками.

На средостенной поверхности находятся ворота легкого место, через которое бронх, легочная артерия и нервы входят в легкое, а две легочные вены и лимфатические сосуды выходят из него. Все названные сосуды и бронхи составляют корень легкого.

Каждое легкое посредством борозд делится на доли: правое — на три (верхнюю, среднюю и нижнюю), левое — на две (верхнюю и нижнюю). Левое легкое имеет у переднего края сердечную вырезку.

Доли легкого состоят из сегментов. Бронхолегочным сегментом называют участок легкого, более или менее полно отделенный от соседних соединительнотканными прослойками с проходящими в них венами, снабженный бронхом третьего порядка и ветвью легочной артерии. Сегменты имеют форму неправильных конусов или пирамид, обращенных основаниями к поверхности легкого. Всего в каждом легком насчитывается 10 сегментов (по PNA).

Сегментарные бронхи многократно делятся, направляясь к периферии легкого. Бронх с просветом около 1 мм в диаметре входит в дольку легкого. Внутри нее ветвление бронхов продолжается. Здесь они получают название бронхиол (терминальные, или конечные, и респираторные, или дыхательные). Респираторные бронхиолы имеют выпячивания на своих стенках и переходят в альвеолярные ходы, на стенках которых находятся пузырьки — альвеолы. Весь этот комплекс, начиная с респираторной бронхиолы, по своему виду напоминает виноградную гроздь, поэтому его и называют альвеолярным деревом, или легочным ацинусом. Ацинус является структурной единицей легкого, в которой происходит газообмен между кровью, протекающей в капиллярах легкого, и воздухом, заполняющим легочные альвеолы. Альвеолы имеют вид открытого пузырька, внутренняя поверхность которого выстлана однослойным плоским эпителием, лежащим на основной мембране, к которой прилежат оплетающие альвеолы кровеносные капилляры. В легких взрослого насчитывается 300—500 млн. альвеол, общая дыхательная поверхность их составляет около 100 м2.

1. ***Плевра***

Серозная оболочка легкого называется плеврой (pleura). Покрывая легкое со всех сторон, она по корню легкого переходит на стенки грудной полости, образуя вокруг легкого замкнутый плевральный мешок. Соответственно легким различают правый и левый плевральные мешки, Листок плевры, выстилающий стенки грудной полости и сращенный с ними, носит название пристеночной, или париетальной, плевры. В зависимости от того, какой участок она покрывает, выделяют реберную, диафрагмальную и средостенную (медиастинальную) плевру. Плевра, покрывающая легкое и срастающаяся с его поверхностью, называется висцеральной, или легочной. Между париетальной и висцеральной плеврой находится плевральная полость, которая представляет собой капиллярную щель, содержащую ничтожное количество жидкости, уменьшающей трение между двумя листками плевры при дыхательных) движениях. В местах перехода одной части париетальной плевры в другую образуются запасные пространства — карманы, или плевральные синусы, которые заполняются легкими в момент максимального вдоха, а в спокойном состоянии их стенки плотно прижаты друг к другу. Особенной велик реберно-диафрагмальный синус, расположенный в; нижнем отделе плевральной полости.

*Граница плевральных мешков и легких*

Для определения положения органов грудной и брюшной полостей проводят несколько вертикальных линий. Основными из них являются среднеключичная (через середину ключицы), средняя подмышечная (опускается из середины подмышечной впадины), лопаточная (проходит через; нижний угол лопатки) и околопозвоночная (по головкам ребер).

*Границы плевры.* Верхняя граница на 3—4 см выше переднего конца I ребра. Задняя соответствует месту перехода реберной плевры в средостенную и идет по около позвоночной линии до XII ребра. Передняя граница наиболее изменчивая. Она соответствует передней линии перехода реберной плевры в средостенную. Вверху края плевральных мешков симметричны и идут от верхней точки к грудино-ключичному сочленению, на уровне II—IV ребер границы плевральных мешков сближены и идут вертикально вниз, будучи несколько смещены влево. Начиная с IV ребра их границы расходятся вниз и латерально до VII ребра по среднеключичной линии. Нижняя граница представляет линию перехода реберной плевры в диафрагмальную. Она пересекает по среднеключичной линии VII ребро, по средней подмышечной — IX, затем идет горизонтально, пересекая X и XI ребра, где встречается с задней границей.

Границы легких. Положение верхушек легких и их задних краев соответствует границам плевры. Передний край правого легкого расположен соответственно передней границе плевры. Передняя граница левого легкого совпадает с границей плевры лишь в верхнем отделе до уровня IV ребра, где край легкого, образуя сердечную вырезку, отступает влево по IV ребру до среднеключичной линии, а затем идет вертикально вниз до VI ребра. Отсюда нижняя граница пересекает среднюю подмышечную линию на уровне VIII ребра, лопаточную — на уровне X ребра и околопозвоночную — на уровне XI ребра, где переходит в заднюю границу. Граница между верхней и нижней долями легкого проходит сзади от остистого отростка III грудного позвонка и идет вперед и вниз к месту соединения костной и хрящевой частей VI ребра. В правом легком граница между верхней и нижней долями проходит так же. В месте ее пересечения с подмышечной линией отходит борозда, отделяющая среднюю долю. Она идет горизонтально к месту соединения IV ребра с грудиной. Нижняя граница правого легкого лежит несколько выше границы левого, примерно на высоту ребра.

1. ***Средостение***

Комплекс органов, расположенных в грудной полости между правым и левым плевральными мешками, называется средостением (mediastinum).

Средостение ограничено по бокам медиастинальной плеврой, спереди — задней поверхностью грудины, сзади — грудным отделом позвоночника, снизу — диафрагмой, а вверху сообщается с межфасциальными пространствами шеи. Условно проведенной фронтальной плоскостью через корни легких и трахею средостение делят на переднее и заднее. В связи с запросами хирургии в Парижской анатомической номенклатуре переднее средостение разделено на 3 части: собственно переднее средостение, в котором проходят внутренняя грудная артерия и вены и лежат около грудинные лимфатические узлы; среднее, в котором расположено сердце в околосердечной сумке, и верхнее, где удетей лежит вилочковая железа, а у взрослых — ее остатки и крупные сосуды. В заднем средостении проходят пищевод грудная аорта, блуждающие нервы, грудной лимфатический проток, симпатические стволы и вены.

1. ***Дыхание***

Дыханием называют процесс газообмена между живым организмом и окружающей средой. При этом из внешней среды организм потребляет кислород, а выделяет наружу углекислый газ. Кислород необходим живой клетке для непрерывно идущего в ней процесса окисления, освобождающего энергию. Углекислый газ образуется в результате окисления, как конечный продукт обмена веществ. Прекращение дыхания даже на непродолжительное время приводит к смерти, так как влечет за собой прекращение обмена веществ. Следовательно, дыхание является основным жизненным процессом.

У одноклеточных организмов и простейших газообмен происходит непосредственно через поверхность тела, путем диффузии газов. У многоклеточных с увеличением размеров тела процесс дыхания усложняется. Появляются специальные органы и внутренняя среда организма (кровь) как посредник в газообмене между клетками и атмосферным, воздухом.

У человека газообмен представляет собой очень сложный процесс. Он состоит из трех фаз: 1) внешнего дыхания; 2) транспорта газов кровью; 3) внутреннего дыхания.

Ритмические движения грудной клетки способствуют; вентиляции воздуха в легких и поддерживают постоянство его состава. Притекающая к легким венозная кровь освобождается здесь от углекислого газа и насыщается кислородом. Все процессы, происходящие в легких, называются внешним дыханием.

Кровь обладает способностью не только растворять, но и химически связывать газы. Насыщаясь в легких кислородом, она транспортирует его к месту потребления — клеткам, а от клеток тела уносит углекислый газ. Таким образом, кровь, находясь в состоянии непрерывной циркуляции, осуществляет транспорт газов. В тканях происходит процесс газообмена между кровью и тканями. Кислород диффундирует из крови к клеткам, а углекислый в обратном направлении. Этот процесс газообмена между клетками и кровью капилляров большого круга называют внутренним, или тканевым, дыханием. Оно осуществляется при участии особых дыхательных ферментов, ускоряющих его. Если их нейтрализовать, например, цианистым калием, то тканевое дыхание прекращается, что ведет к гибели организма.

Дыхательный аппарат человека. К дыхательному аппарату человека относятся грудная клетка с мышцами, приводящими ее в движение, и легкие с воздухоносными путями. Главными дыхательными мышцами являются диафрагма и межреберные мышцы — внутренние и наружные.

Движения грудной клетки механически обеспечивают вентиляцию легких, т. е. наполнение их чистым атмосферным воздухом (вдох) и изгнание богатого углекислым газом альвеолярного воздуха из легких (выдох).

Отрицательное давление в грудной полости. Легкие в грудной полости растянуты и плотно прижаты к грудным стенкам. При рождении ребенка легкие находятся в спавшемся состоянии и по объему соответствуют грудной полости. Однако уже к концу 1-й недели грудная полость в росте обгоняет легкие, так как они растут медленнее. Легкие сообщаются с атмосферой и эластическая ткань легких по мере увеличения грудной полости под действием атмосферного давления растягивается. При этом висцеральный и париетальный листки плевры остаются плотно прижатыми друг к другу, а в легких развивается эластическая тяга, или стремление спасться. Эластическая тяга легких препятствует атмосферному давлению целиком передаваться в межплевральную щель. В результате в ней создается давление ниже атмосферного на 5—9 мм рт. ст., это Давление условно называют отрицательным давлением. Его легко измерить. Для этого в плевральную полость через межреберный промежуток вводят полую иглу, соединенную с водяным манометром (прибор для измерения Давления).

*Пневмоторакс.* При ранениях грудной стенки воздух входит в межплевральное пространство и легкие спадают При этом через воздухоносные пути выталкивается большая часть находящегося в легких воздуха. Объем спавшихся легких составляет всего 1/3 объема грудной полости. Нарушение герметичности плевральной полости называется пневмотораксом. Иногда односторонний пневмоторакс создают искусственно больному туберкулезом легких с целью выключить дыхательные движения пораженного легкого, что способствует его заживлению. При полном двустороннем пневмотораксе, когда выключаются дыхательные движения обоих легких, наступает смерть от удушья.

*Механизм вдоха и выдоха*

В дыхательном центре, расположенном в продолговатом мозге, ритмически возникает возбуждение и нервные импульсы от дыхательного центра проводятся к дыхательным центрам спинного мозга, а затем по диафрагмальным и межреберным нервам — к дыхательным мышцам и вызывают их сокращения.

При сокращении мышечных волокон диафрагмы она уплощается и опускается вниз, при этом грудная полость увеличивается в вертикальном направлении, т. е. сверху вниз. Сокращение наружных межреберных мышц поднимает ребра и отодвигает их в стороны, а грудину — вперед. Грудная клетка при этом расширяется в поперечном и переднезаднем направлениях. Таким образом, объем грудной полости при вдохе увеличивается в трех направлениях. При расширении грудной полости пассивно расширяются легкие за счет атмосферного давления, действующего через воздухоносные пути на внутреннюю поверхность легких. При расширении легких воздух в них распределяется в большем объеме и, следовательно, давление в полости легких становится ниже атмосферного (на 3—4 мм рт. ст.). Разность давления является причиной того, что атмосферный воздух начинает поступать в легкие — происходит вдох. Следовательно, активными в акте вдоха являются дыхательные мышцы, а легкие пассивно следуют за движениями грудной стенки.

Выдох осуществляется в результате расслабления дыхательных мышц. Когда прекращается их сокращение, приподнятая и выведенная из положения равновесия грудная клетка в силу своей тяжести опускается и возвращается в исходное положение. Расслабившаяся диафрагма под давлением брюшных внутренностей поднимается вверх и снова принимает форму купола. Растянутые легкие благодаря своей эластичности уменьшаются в объеме. Все вместе взятое приводит к повышению внутрилегочного давления. Начинается ток воздуха из легких наружу — происходит выдох. У человека в состоянии покоя цикл дыхания, состоящий из вдоха и выдоха, повторяется 16— 20 раз в минуту. Дыхательные движения грудной клетки обеспечивают вентиляцию альвеолярного воздуха и поддерживают постоянным его состав.

При глубоком усиленном дыхании сокращаются не только главные дыхательные мышцы, но и вспомогательные: мышцы брюшного пресса, груди и шеи. При сильном сокращении мышцы брюшного пресса давят на органы брюшной полости, при этом диафрагма поднимается вверх и опускаются ребра. Это ведет к мощному активному выдоху, как, например, при кашле, чиханье.

*Объемы легочного воздуха*

Человек в состоянии покоя вдыхает и выдыхает около 500 мл воздуха. Этот объем воздуха называется дыхательным объемом. Если после спокойного вдоха сделать усиленный дополнительный вдох, то в легкие может поступить еще 1500 мл воздуха. Этот объем называют резервным объемом вдоха. После спокойного выдоха можно при максимальном напряжении дыхательных мышц выдохнуть еще 1500 мл воздуха. Этот объем носит название резервного объема выдоха. В сумме дыхательный объем воздуха, резервный объем вдоха и резервный объем выдоха (500 + 1500 +1500) составляют жизненную емкость легких (ЖЕЛ).

Нормальная ЖЕЛ, т. е. максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха, составляет в среднем у женщин 2700 мл, а у мужчин 3500 мл. При физической тренировке ЖЕЛ увеличивается и может достигать 7500 мл. Даже после максимального выдоха в легких еще остается около 1200 мл воздуха, который носит название остаточного объема, его можно удалить только на трупе, и то не целиком. В легочной ткани всегда остается воздух. Поэтому опущенный в воду кусочек легкого не тонет. Резервный объем выдоха и остаточный объем составляют 2500 мл — функциональную остаточную емкость легких (альвеолярный воздух).

|  |  |
| --- | --- |
| ***Жизненная емкость легких:*** |  |
| * Резервный объем вдоха, 1500 мл * Дыхательный объем, 500 мл * Резервный объем выдоха, 1500 мл | Емкость вдоха |
| ***Остаточный объем, 1200 мл*** | Функциональная остаточная емкость |

Объемы легочного воздуха и ЖЕЛ измеряют при помощи спирометра или спирографа.

*Вентиляция легких*

Вентиляцией легких называют объем воздуха, проходящий через легкие в 1 мин. Иначе его называют минутным объемом дыхания (МОД). В покое МОД равен 5—8 л/мин, при мышечной работе увеличивается и нередко достигает 80 и даже 120—150 л/мин.

Не весь объем вдыхаемого воздуха участвует в вентиляции альвеол. Часть его остается в воздухоносных путях, объем которых в среднем составляет около 140 мл. Таким образом, во время спокойного вдоха в альвеолы поступает не 500 мл, а только 360 мл воздуха. Воздухоносные пути называют «мертвым пространством», так как воздух, находящийся в них, не участвует в газообмене.

Человек вдыхает атмосферный воздух, в котором содержится 20,94% кислорода (О2), 79,03% азота (N2) и очень незначительное количество углекислого газа (СО2) — 0,03%. Выдыхаемый воздух содержит меньше кислорода (16,3%) и много углекислого газа (4%). По составу выдыхаемый воздух значительно отличается от альвеолярного, т. е. находящегося в альвеолах (табл. 1.), так как к нему примешиваются 140 мл воздуха, остававшегося в воздухоносных путях и не принимавшего участия в газообмене.

Процентное содержание газов в воздухе определяют при помощи специального прибора — газоанализатора.

*Таблица 1. Состав вдыхаемого альвеолярного и выдыхаемого воздуха (в процентах)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Воздух*** | ***Кислород*** | ***Углекислый газ*** | ***Азот*** |
| *Вдыхаемый*  *Альвеолярный*  *Выдыхаемый* | *20,94*  *14,4*  *16,30* | *0,03*  *5,60*  *4,00* | *79,03*  *80,00*  *79,70* |

*Дыхательный центр*

Грудная клетка человека за 1 мин совершает 16—20 дыхательных движений. Ритмическая деятельность дыхательной мускулатуры обеспечивается центральной нервной системой. Исследования показали, что после укола иглой в определенную точку дна IV желудочка, находящегося в продолговатом мозге, дыхание прекращается. Эту часть продолговатого мозга называют дыхательным центром. В опытах было установлено, что после перерезки всех чувствительных путей, подходящих к продолговатому мозгу, его ритмическая деятельность не прекращается. Следовательно, дыхательный центр является не рефлекторным, а автоматическим.

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

Регуляция деятельности дыхательного центра. Автоматическая деятельность дыхательного центра регулируется нервным и гуморальным путем, благодаря чему достигается соответствие легочной вентиляции потребностям организма в кислороде.

Большую роль в регуляции частоты и глубины дыхательных движений играют блуждающие нервы. В стволе блуждающего нерва проходят чувствительные волокна от интерорецепторов, находящихся в легких. Если перерезать блуждающие нервы, то дыхание нарушается: становится глубоким и редким, появляются длительные паузы.

На работу дыхательного центра оказывает влияние кора полушарий большого мозга. Человек произвольно регулирует дыхание при разговоре, пении, он может задержать или усилить дыхание. Роль коры в регуляции дыхания была доказана в лаборатории К. М. Быкова путем выработки условного дыхательного рефлекса. Дыхание газовой смесью, содержащей 6% СО2, вызывает одышку. Если перед вдыханием газовой смеси включать метроном (условный раздражитель), то уже после нескольких сочетаний только звук метронома будет вызывать одышку. Как показали опыты, у спортсменов дыхание усиливается уже до начала упражнений, при команде «на старт».

Рефлекторные изменения дыхания возникают при раздражении любых рецепторов. Болевые раздражения усиливают и углубляют дыхание, холодовые вызывают временную остановку, что наблюдается, например, при погружении в холодную воду.

Особое значение в регуляции дыхания имеют рефлексы хеморецепторов, чувствительных к изменению напряжения в крови СО2 и О2. Они находятся в области дуги аорты, в месте разветвления (бифуркации) сонных артерий и в продолговатом мозге. С этих рецепторов возникают рефлексы, регулирующие дыхание при изменении газового состава крови. Повышение напряжения СО2 в крови приводят к углублению дыхания, понижение напряжения О2 — к учащению его. Вентиляция легких при этом увеличивается. Если путем усиленного дыхания произвести гипервентиляцию легких и таким образом снизить в крови напряжение СО2 и несколько повысить напряжение О2, то наступит временная остановка дыхания. Этим приемом пользуются ныряльщики. Перед погружением в воду они делают искусственную гипервентиляцию легких и после этого могут задержать дыхание и находиться под водой до 80 с.

Во время мышечной работы, когда усиливается обмен веществ и увеличивается образование СО2, напряжение СО2 в крови повышается и приводит вентиляцию легких в соответствие с возрастающей потребностью организма в кислороде. Напряжение СО2 в крови является главным регулятором деятельности дыхательного центра.

Механизм первого вдоха. У родившегося ребенка после перевязки пуповины прекращается газообмен через пупочные сосуды, контактирующие в плаценте с кровью матери. В крови новорожденного происходит накопление СО2, который возбуждает его дыхательный центр и вызывает первый вдох.

*Газообмен в легких*

Стенки легочных альвеол состоят из однослойного плоского эпителия. Альвеолы оплетены густой сетью легочных капилляров и сетью соединительнотканных волокон, придающих им эластичность. Внутреннюю поверхность альвеол выстилает тонкая пленка фосфолипида — сурфактанта, понижающая поверхностное натяжение и препятствующая слипанию альвеол при выдохе. Общая поверхность альвеол около 100 м2, т. е. в 50 раз превышает площадь тела. Стенки альвеол тонкие и влажные, что позволяет газам легко диффундировать согласно закону диффузии. Направление и скорость диффузии определяются парциальным давлением газа или его напряжением. (Парциальное давление и напряжение — это по сути дела синонимы, но о парциальном давлении говорят, если данный газ находится в газовой среде, а о напряжении, если он растворен в жидкости.)

Парциальным давлением газа называют ту часть общего давления газовой смеси, которая приходится на данный газ. Так, если атмосферное давление 760 мм рт. ст. и в атмосферном воздухе содержится 20,94% О2, 0,Q3% CO2 и 79,03% N2, то легко рассчитать парциальное давление каждого газа в отдельности.

100% смеси газов имеют давление 760 мм рт. ст. 20,94% О2 X



Рассчитанное таким же образом парциальное давление СО2 составляет 0,2 мм рт. ст., N2 — 600,8 мм рт. ст.

Зная состав альвеолярного воздуха, можно рассчитать парциальное давление газов в легких. Парциальное давление О2 в альвеолах равно 102 мм рт. ст., СО2 — 40, N2 — 571 и водяных паров — 47 мм рт. ст.

В притекающей к капиллярам легких венозной крови напряжение О2 составляет 40, а СО2 — 47 мм рт. ст. (Азот в газообмене не участвует.) Животный организм не способен использовать азот воздуха. В 100 мл и артериальной, и венозной крови содержится 1 мл физически растворенного азота.)

Если над жидкостью находится смесь газов или две жидкости разделены проницаемой для газов перепонкой, то газы будут диффундировать от места большего давления к месту меньшего до тех пор, пока не установится динамическое равновесие. Механизм газообмена в живом организме объясняется законами диффузии.

Поскольку парциальное давление О2 в альвеолах больше, чем в венозной крови, то кислород диффундирует из альвеолы в капилляры. Напротив, напряжение СО2 больше в венозной крови, чем в альвеолярном воздухе, поэтому углекислый газ диффундирует в альвеолы. Условия для газообмена в легких настолько благоприятны, что, несмотря на то что время прохождения крови через капилляры легких составляет около 1 с, напряжение газов в артериальной крови, оттекающей от легких, таково, каким оно было бы и после длительного контакта, т. е. полностью соответствует парциальному давлению в альвеолярном воздухе.

Если вентиляция легких недостаточна и в альвеолах повышается содержание СО2, то уровень СО2 сейчас же повышается и в крови, что немедленно приводит к усилению дыхания. При тяжелом воспалении легких дыхание нарушается, наступает одышка, так как плазма крови просачивается в альвеолы и заполняет их, выключая дыхательную функцию большой части легких, поэтому больному дают дышать чистым кислородом.

*Газообмен в тканях*

В легких кровь из венозной превращается а артериальную, богатую О2 и бедную СО2. Артериальная кровь направляется к тканям, где в результате непрерывно идущих окислительных процессов потребляется О2 и образуется СО2. В тканях напряжение О2 близко к нулю, а напряжение СО2 около 60 мм рт. ст. Вследствие разности давления СО2 из ткани диффундирует в кровь, а О2 — в ткани. Кровь становится венозной и по венам поступает в легкие, где цикл обмена газов повторяется.

*Перенес газов кровью*

Человек в состоянии покоя в 1 мин потребляет в среднем 250 мл О2 и выделяет при этом 200 мл СО2. Газы очень слабо растворяются в жидкости: 100 мл крови могут физически растворить 0,3 мл О2, 2,7 мл СО2 и 1 мл N2. В крови имеется удивительное вещество — гемоглобин (Нb), которое способно химически связывать О2 и СО2 и, кроме того, поддерживать постоянную реакцию крови. В 100 мл артериальной крови содержится 20 мл О2, 52 мл СО2 и 1 мл N2. Как сказано выше, очень небольшая часть газов находится в состоянии простого физического растворения. Основное количество газов образует в крови непрочное химическое соединение, т. е. такое, которое легко распадается, диссоциирует при понижении давления газа над жидкостью.

*Перенос кислорода.* В эритроцитах находится пигмент крови — гемоглобин, содержащий железо. Одна молекула гемоглобина присоединяет четыре молекулы О2, при этом гемоглобин превращается в оксигемоглобин (НЬО2), а кровь из вишневой — венозной — становится ярко-алой — артериальной:

Hb + O2 ↔HbO2

*Гемоглобин Оксигемоглобин*

Эта реакция обратима. В легких гемоглобин насыщается кислородом и превращается в НЬО2, в тканях кислород освобождается. Ход реакции зависит от напряжения кислорода в среде, окружающей капилляры. На ход реакции влияет напряжение СО2. Если в тканях увеличивается образование СО2, то ускоряется расщепление оксигемоглобина. В капиллярах легких снижается напряжение СО2, так как газ переходит в альвеолы. Это способствует превращению гемоглобина в НЬО2. Каждый грамм гемоглобина способен связать 1,34 мл О2. В 100 мл крови содержится в норме около 15 г гемоглобина. Следовательно, кислородная емкость крови, т. е. то максимальное количество О2, которое может поглотить 100 мл крови, равна 20,1 мл.

Гемоглобин способен соединяться не только с О2, но и с другими газами. Особое значение имеет его способность химически связывать окись углерода, или угарный газ,— СО, продукт неполного сгорания угля или жидкого топлива. С ним гемоглобин образует соединение, в 150—300 раз более прочное, чем с О2. Оно способно диссоциировать, но крайне медленно. В результате даже при ничтожном содержании СО в воздухе гемоглобин соединяется не с О2, а с СО и превращается в карбоксигемоглобин (НbСО), при этом транспорт О2 к клеткам прекращается. Если своевременно не принять меры (вынести человека на свежий воздух, в тяжелом случае переливание крови), то человек погибнет.

*Перенос углекислого газа.* Образовавшийся в тканях СО2 вследствие разности напряжения диффундирует в плазму крови, а из нее — в эритроциты. В эритроцитах примерно 10% СО2 соединяется с гемоглобином и образует непрочное химическое соединение — карбгемоглобин. Остальная часть соединяется с водой и превращается в угольную кислоту:

СО2 + H2О↔Н2СО3.

Эта реакция ускоряется в 20 000 раз особым ферментом — карбоангидразой, находящимся в эритроцитах. Реакция обратимая. В тканевых капиллярах, где напряжение СО2 высокое, карбоангидраза способствует синтезу угольной кислоты, химическому связыванию СО2 и идет слева направо. В легочных капиллярах, где давление СО2 сравнительно низкое, реакция идет справа налево, образуются вода и СО2, которая диффундирует в альвеолярный воздух. Угольная кислота в тканевых капиллярах реагирует с ионами натрия и калия и образует бикарбонаты (NaHCO3, KHCO3).

Таким образом, СО2 транспортируется к легким в физически растворенном виде и в непрочном химическом соединении, в виде карбогемоглобина, угольной кислоты и бикарбонатов натрия и калия. Две трети его находится в плазме и треть — в эритроцитах.

*Дыхание в особых условиях*

Под особыми условиями понимают дыхание при пониженном или повышенном атмосферном давлении.

Повышенное давление. Создается повышенное давление в специальном приспособлении, в котором человек работает под водой. (Каждые 10 м глубины создают давление в 1 атм.) Например, при строительстве мостов, молов, под воду опускают специальный колокол — кессон, шахтная труба которого расположена над поверхностью воды и сообщается с декомпрессионной камерой. Вся система герметически закрыта. Чтобы вода не поступала под колокол, в кессоне создается повышенное давление. Если колокол опущен на глубину 100 м, то давление должно быть не менее 11 атм. При этом в крови и тканях работающих людей растворяется большое количество газов, из которых особенно опасным является азот. При быстром переходе от повышенного давления к нормальному происходит выделение газов и в жидкостях и тканях организма образуется большое количество газовых пузырьков, так же как при откупоривании бутылки с газированной водой. Пузырьки кислорода быстро поглощаются тканями. Газообразный азот не используется организмом. Образовавшиеся пузырьки азота закупоривают капилляры, что нарушает кровообращение. При постепенном снижении давления в декомпрессионной камере азот выводится через легкие наружу. Когда человек поднимается из колокола на поверхность, то в надводной шлюзовой (декомпрессионной) камере в течение нескольких часов медленно снижается давление.

Влияние пониженного давления. На уровне моря давление равно 760 мм рт. ст., т. е. 1 атм. В верхних слоях атмосферы давление меньше и соответственно ниже парциальное давление кислорода. На высоте 3000 м атмосферное давление уменьшается на 1/3 и составляет 510 мм рт. ст., 6000 м — на 1/2 (380.мм рт. ст.) и на высоте 9000 м оно снижается на 2/3 атмосферы (200 мм рт. ст.).

На высоте до 3000 м человек чувствует себя вполне удовлетворительно. У него усиливается вентиляция легких, ускоряется кровообращение, а через некоторое время пребывания в горах увеличивается содержание гемоглобина. Таким образом, человек приспосабливается к пониженному давлению. При подъеме на высоту 4000—6000 м появляется гипоксемия — снижение напряжения кислорода в крови и возникают расстройства физиологических функций, получившие название горной болезни. Проявляется горная болезнь одышкой, цианозом, приступами удушья, сердцебиением, наблюдается носовое кровотечение, головокружение, рвота.

Гипоксия — недостаточное снабжение тканей кислородом — может возникнуть при недостатке кислорода во вдыхаемом воздухе (например, в горах), анемии — снижении содержания гемоглобина в крови, при отравлении угарным газом (СО), когда гемоглобин теряет способность транспортировать кислород.

Асфиксия (удушье) — состояние, когда прекращается не только доставка кислорода, но и выделение углекислого газа. Она возникает при прекращении дыхания, вызванном попаданием в трахею инородного тела, при отеке голосовой щели и др.

Искусственное дыхание. При остановке дыхания, вызванной любой причиной: наркозом, действием электрического тока, утоплением, если сердце продолжает работать, производят искусственное дыхание, или искусственную вентиляцию легких. Искусственное дыхание осуществляют либо при помощи специальных аппаратов, либо по методу рот в рот или рот в нос. Иногда удается восстановить деятельность дыхательного центра и, следовательно, естественное дыхание.

*Защитные дыхательные рефлексы* — кашель, чиханье. При воздействии раздражителей на слизистые оболочки воздухоносных путей, например при попадании в трахею инородных частиц или скоплении слизи в верхней части гортани, у человека рефлекторно происходит короткий глубокий выдох — кашлевой толчок, при котором сильной струей воздуха удаляются инородные тела.

При раздражении слизистой оболочки носа пылевыми частицами возникает рефлекторный акт — чиханье. Оно состоит из первоначального глубокого вдоха, а затем резкого короткого выдоха. Кроме того, чиханье может возникать как сигнал неравномерного охлаждения, например при соприкосновении босых ног с холодным полом.