

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

ор-
ганизмом кислорода и
выделение
диоксида углерода (углекислого
газа).

Дыхательная система
осуществляет газообмен,
выделение токсичес-
ких продуктов, воды, химических
продуктов, введение и
выведение

нервотических веществ

газовой
смеси (воздуха),
функционировани-
ем других органов и систем,
свой-
ствами форменных элементов
кро-
ви, дефектами развития
организма
(энзимопатии, отсутствие сурфак-
танта), отсутствием или

исключением

дыха-

тельным центром,

расположенным

в продолговатом мозге, и

высшим

центром, расположенным в

коре

головного мозга. Между

центрами

осуществляется постоянная

взаим-

ная связь. К системе регуляции

кислота. В ответ на изменение
её
парциального давления происхо-
дит изменение ритма и глубины
дыхания. В регуляции ДЦ
участву-
ет импульсация с механо-баро-
хе-
морецепторов различных зон и
органов. Дыхание изменяется
при
смене температуры и влажности

ще-
лочное равновесие. В условиях
фи-
зической нагрузки необходимо
большее количество кислорода,
но
и больше образуется двуокиси
уг-
лерода. Кислород клеткам
необхо-
дим для биологического
окисле-

пов (процессов): внешнее
дыхание
(вентиляция лёгких), обмен газов
в
лёгких (между альвеолярным
воз-
духом и кровью), транспорт газов
кровью, обмен газов между
кровью
и тканями и внутреннее
(тканевое)

дыхание. Вместе эти процессы

—

диффузия газов из альвеол в
кровь

- связывание кислорода с
гемогло-

бином эритроцитов – транспорт
ки-

слорода – диффузия кислорода в
ткани и клетки – тканевое
дыхание

(процесс использования энергии

связей органических молекул в

тканей в кровь-связывание его

с

гемоглобином эритроцитов-
транс-

порт эритроцитами- диффузия в
альвеолы – выдох.

В итоге газообмен принято
разде-

лать на внешнее и внутреннее
ды-

хание. Физиология изучает внеш-
нее дыхание, биохимия-

осуществляется при входе
(инспирация) и выходе
(экспирация). Она регулируется
так,
чтобы обеспечить постоянный
газо-
вый состав альвеолярного
воздуха.

Обмен газов происходит за счёт
разниц их парциального
давления
и напряжения.

в лёгких обеспечивают:
непрерыв-
ная вентиляция альвеол,
диффузия
газов через альвеолярно-
капилляр-
ную мембрану, непрерывный
кро-
воток в капиллярах лёгких в
соот-
ветствии с объёмом их вентиля-

ют явления, происходящие в
аппа-
рате внешнего дыхания между
на-
чалами следующих друг за
другом
вдохов. Длительность цикла в
нор-
ме составляет 3-5 сек.

Инспирация
обычно короче экспирации.

ко-
личество кислорода, которое мо-
жет связать кровь при полном
на-
сыщении гемоглобина
кислородом,
называют кислородной ёмкостью
крови. Она зависит от
содержания
гемоглобина, один грамм
которого

может присоединить 1,34 мл кис

Двуокись углерода переносится кровью в виде самой двуокиси (58 об.%), кислых солей угольной кислоты (51 об.%) и карбгемоглобина (4,5 об.%).

В дыхательном центре различают 2 группы клеток, отвечающих за вдох и выдох. Раздражителями для них являются газы крови.

В продолговатом мозге справа и слева содержатся по 2 скопления дыхательных нейронов: дорзальные и вентральные дыхательные ядра, расположенные в нижнем углу ромбовидной ямки.

Дорзальное ядро содержит преимущественно инспираторные клетки, вентральное - клетки обеих функций. Ядра действуют по принципу об-

рети-
кулярной формации
продолговато-
го мозга и моста.

Деятельность ДЦ зависит от
напря-
жения газов в крови и является
следствием их воздействия на
со-
ответствующие рецепторы в
крове-

носных сосудах и ДЦ

движений, их ритмичность,
глубина

дыхания и лёгочные объёмы.

Частота дыхания определяется

ви-

зуально по движениям и измене-
нию объёма грудной клетки. В

нор-

ме составляет 16-20 в 1 минуту.

Уча-

щается при нагрузках, волнении,

высокой температуре

нообразным с остановками
(дыха-
ние Чейн-Стокса), поверхностным
и
глубоким. Нормальное дыхание
в
состоянии покоя называют «эйп-
ное», остановку «апное».
Удушье, сопровождающееся
глубо-
ким дыханием с участием
вспомо-

к расстройствам дыхания

относят

инспираторную (затруднён вдох)

и

экспираторную (затруднён выдох)

одышки, кашель и чихание.

Критерии оценки процесса дыха-

ния: одышка, гипоксия,

гипоксемия,

асфиксия, показатели насыщения

газов в крови и тканях.

кислотога газа применяют

термины:

гиперкапния (повышенное напряжение газа), нормокапния (нормальное) и гипокапния (уменьшенное).

Нормальное содержание кислорода

да в крови называют нормоксией,

пониженное в тканях - гипоксией, пониженное в крови-

ветствия потребностей
организма
в кислороде и его возможностях.
Гипоксия появляется при
недостат-
ке поступления кислорода извне
(мало его парциальное
давление),
патологии органов дыхания,
аспи-
рации инородных тел и масс,

состояние, связанное с

недостаточ-

ным поступлением кислорода и
накоплением углекислоты.

Встреча-

ется при различных

патологичес-

ких состояниях, утоплении,

повеше-

нии, отравлениях, интоксикациях.

Проявляется затруднением дыха-

ния учащением пульса,

механическом

препятствии и нарушении

функции

ДЦ. В этом случае наблюдают

сна-

чала учащение и углубление

дыха-

ния с участием вспомогательной

мускулатуры, западение языка и

межреберий. Вдох обычно

свистя-

щий, глубже учащен. АД снижено

с рахитом (гору), гидротораксом,
пневмотораксом (закрытым,
откры-
тым, клапанным), эмпиемой плев-
ры, ателектазом лёгкого. При
забо-
леваниях ССС часто развивается
отёк лёгких, приводящий к гипок-
сии. Тканевое дыхание
нарушается
при подавлении системы
дыхатель-

характеризуют
понятия «жизненная ёмкость лёг-
ких (ЖЕЛ)» и «остаточный объём
воздуха», который остаётся в
лёг-
ких после максимального
выдоха
(1100-1200 мл).

ЖЕЛ представляют: дыхательный
объём воздуха, резервный объём
вдоха и резервный объём выдо-

спокойном состоянии при
каждом
дыхательном цикле(400-500
мл).

Резервный объём вдоха- объём
воздуха, который можно макси-
мально вдохнуть после
обычного
вдоха (1900-3300 мл).

Резервный
объём выдоха-объём воздуха,

Жизненная ёмкость легких в
нор-

ме составляет 3300-4800 мл.

Резервный объём выдоха+
остаточ-

ный объём составляют функцио-
нальную остаточную ёмкость.

Кроме этих объёмов воздуха в
дыхательных путях (синусах)

содер-

жится некоторый объём воздуха
вредного пространства.

состо-
ит из грудной клетки с
дыхатель-
ными мышцами и лёгких с дыха-
тельными путями.

Дыхательные мышцы действуют
произвольно и непроизвольно,
пе-
риодически изменяют объём
груд-
ной клетки.

межрёбер-
ные, вспомогательные – мышцы
шеи, плечевого пояса и
брюшного
пресса.

Вдох, как правило, результат
сокращения инспираторных мышц.
Выдох при спокойном дыхании
осуществляется пассивно, при
глу-

бок активное (сокращаются)

клет-

ки за счёт подъёма рёбер из-за сокращения наружных межрёберных мышц и уплощения диафрагмы вследствие сокращения её мышечной части. Увеличение этого объёма и отрицательное давление в плевральных полостях

ся верхние 3-5 межреберные

мыш-

цы, при глубоком-лестничные, пе-
редняя зубчатая, грудные,
трапецие-

видная, ромбовидные мышцы и
мышцы, поднимающие лопатки.

Выдох осуществляется пассивно,

НО

при активном выдохе

сокращаются

косые, поперечные и прямые

доха являются мышцы,

сгибающие

позвоночник. Сокращение мышц
выдоха приводит к уменьшению
объёма легких.

Во время вдоха преодолевается
сопротивление грудной клетки и
внутренних органов, эластики
лёг-

ких и перемещающихся тканей,
воздухопроводящих путей и
тяжес-

аль-
веолярных стенок и тонусом
брон-
хиальных мышц.

Типы дыхания: грудной
(рёберный)
и брюшной (диафрагмальный).

Брюшной тип более
эффективный,
т.к. обеспечивает лучшую
вентиля-

цию лёгких и способствует

воз-
духа. Она обусловлена глубиной
вдоха и частотой дыхания.

Эффек-
ТИВНОСТЬ вентилиляции альвеол

вы-
ше при глубоком и редком
дыха-
нии.

При частом и поверхностном
ды-
хании большая часть МОД

от 6-10 литров в 1 минуту. Он
явля-
ется количественным
показателем
(выражением) глубины дыхания
и
определяется спирометрией.

ЖЕЛ у
мужчин составляет 4000-5500
мл,

у женщин -3000-4500 мл. Она
больше в положении «стоя» и

которых не происходит
газообмен
между воздухом и кровью.
Анато-
мически оно включает объём
воз-
духоносных верхних и нижних
ды-
хательных путей от ротовой и
но-
совой полостей до дыхательных
бронхов. Пространство

альвео- лы и удаление
выдыхаемого воз-
духа, состоящего из
альвеолярного
воздуха и воздуха вредного
прост-
ранства в конце выдоха.

Альвео-
лярная вентиляция происходит
за
счёт диффузии газов в сторону
градиента концентрации и

сительно постоянный газовый

со-

став: кислород-20,93%,

углекислый

газ-0,03%, азот и другие газы-79,

04%. В выдыхаемом воздухе со-

держится 16% кислорода, 4-5%

дву-

окиси углерода, 79,04% азота и

других газов. В альвеолярном

воз-

духе содержится 14% кислорода,

вследствие
градиента общего давления и
раз-
ницы парциального давления.
Газо-
обмен в лёгких осуществляется
за
счёт диффузии газов в кровь
(око-
ло 500 литров в сутки) и
двуоки-
си углерода из крови в

Каков % состав атмосферного и выдыхаемого воздуха?

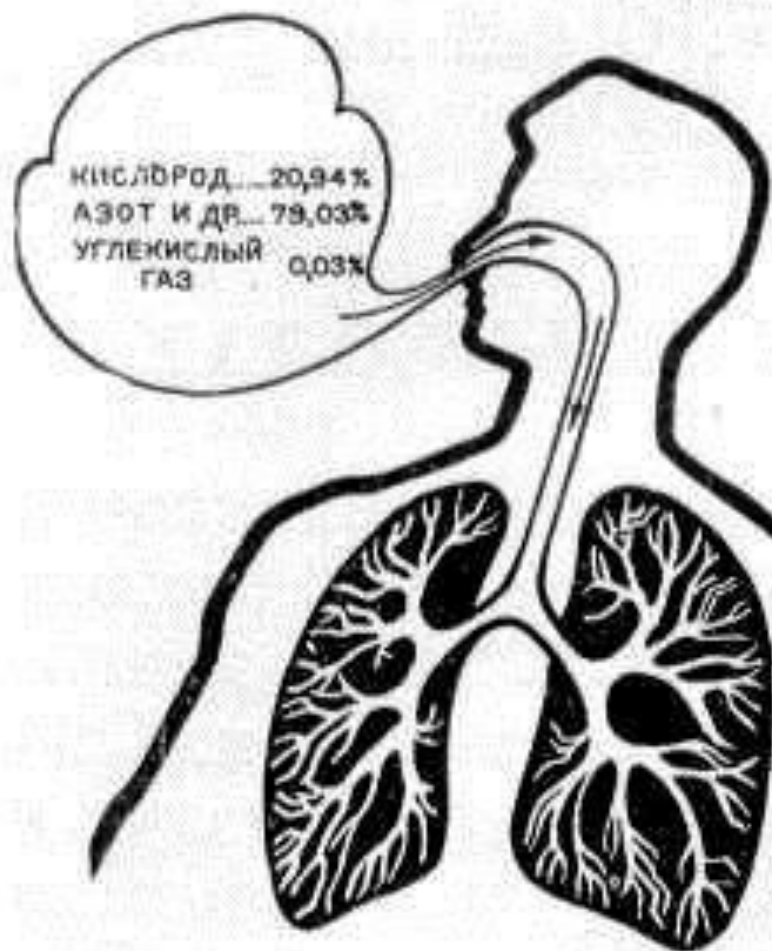
Атмосферный воздух

- N_2 – 78,9%
- O_2 – 21%
- CO_2 – 0,03%
- Пары воды, инертные газы, примеси

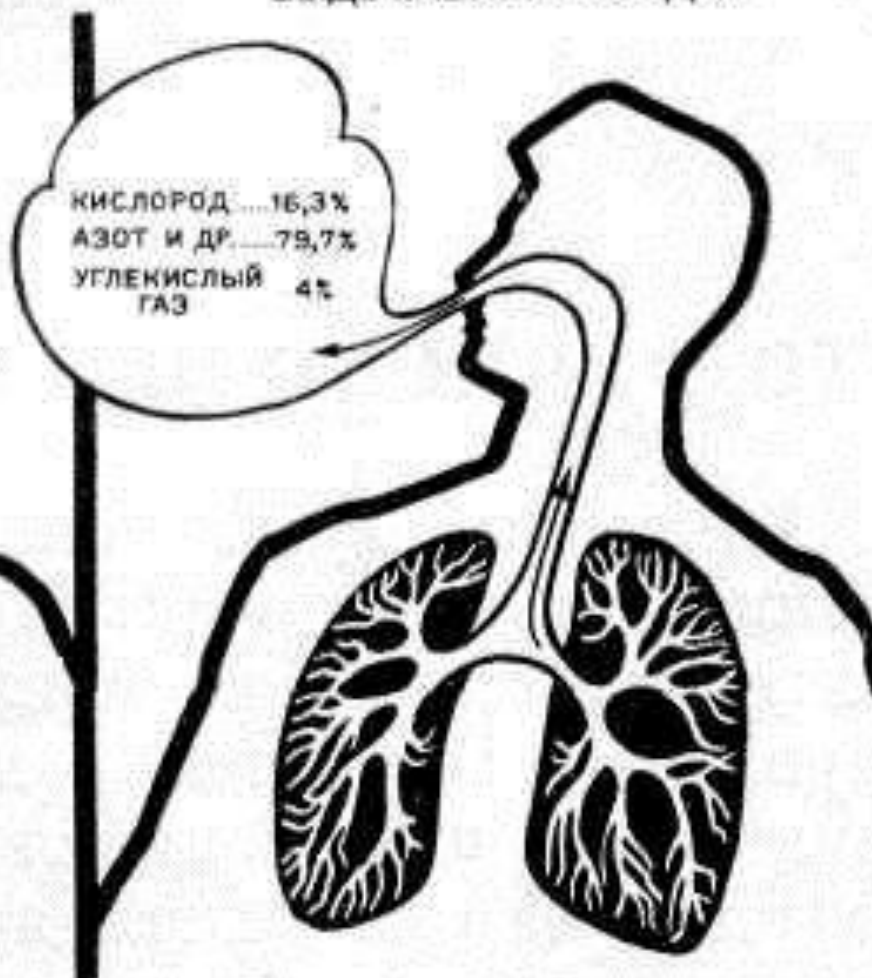
Выдыхаемый воздух

- N_2 – 78,9%
- O_2 – 16%
- CO_2 – 4%
- Пары воды, инертные газы, примеси

вдыхаемый воздух



выдыхаемый воздух



уг-

лекислого газа-около 40%. В

крови

газы находятся в растворенном

(свободном) и химически

связанном

состоянии. В диффузии

участвуют

молекулы только растворенного

га-

за.

Через стенку альвеолы в

тами. Кислород в крови

находится

в свободном и связанном состо-
янии. Один грамм гемоглобина

свя-

зывает 1,39 мл кислорода, 100

мл

крови переносят 20,8 мл кислоро-

да. В 100 мл крови

растворяются

0,3 мл кислорода. В оксигемогло-

бине содержится 190 мл/л

окси-

гемоглобин определяется

напряже-

нием растворенного кислорода.

Максимальное количество кисло-

рода, которое может переносить

кровь при полном насыщении

ге-

моглобина кислородом,

называют

кислородной ёмкостью крови.

В норме в 1 литре крови содер-

пряжения кислорода крови насы-
щение гемоглобина кислородом
повышается, при понижении-
умень-
шается. Часть кислорода,
поглоща-
емая тканями из артериальной
крови, называется
коэффициентом
утилизации кислорода. В покое
он
составляет 30-40%. При тяжелой

угольной
кислоты (51 об./%) и в виде карб-
гемоглобина (4,5 об./%). В эритро-
цитах двуокись углерода
соединя-
ется с водой и образует
угольную
кислоту. Этот процесс
катализиру-
ется карбоангидразой. В
капилля-
рах лёгких происходит

ществуется физиологическими
процессами управления
лёгочной
вентиляцией.

Ацидоз усиливает вентиляцию,
ал-
калоз уменьшает интенсивность
дыхания. Регуляция внешнего
ды-
хания осуществляется
рефлектор-

ными реакциями с возбуждением

центральные-медуллярные.

Арте-

риальные хеморецепторы находятся в каротидных синусах и

ду-

ге аорты (вилка общей сонной

ар-

терии). Чувствительность

рецепто-

ров контролируется ЦНС.

Централь-

ные хеморецепторы находятся в

агируют на гипоксемию,
возбужда-
ются даже в нормоксических
усло-
виях. Гуморальная регуляция осу-
ществляется через рецепторы
дву-
окиси углерода. Её недостаток
сни-
жает активность ДЦ и приводит
к
уменьшению объёма дыхания

механоре-
цепторов, расположенных в
мыш-
цах, подслизистом слое и
слизис-
той оболочке дыхательных
путей.

Ирритантные рецепторы
реагируют
на резкие изменения объёма
лёг-

ких и механическое воздействие

реа-
гируют на повышение АД в
сосу-
дах малого круга
кровообращения,
посылая импульсы по блуждаю-
щим нервам, в результате чего
по-
является учащенное
поверхностное
дыхание.

Барорецепторы реагируют на

ронов ЦНС, обеспечивающих
коор-
динированную ритмичную
деятель-
ность дыхательных мышц и
посто-
янное приспособление внешнего
дыхания к изменяющимся
услови-
ям существования организма.
ДЦ расположен на дне 4

клеток,
часть из них даёт нисходящие
пу-
ти к мотонейронам
диафрагмаль-
ного нерва, обеспечивающих
дви-
жения диафрагмы.
Вентральная группа
дыхательных
нейронов посылает импульсы к
мотонейронам межрёберных и

положены преганглиональные
ней-
роны вагуса, обеспечивающие
из-
менение просветов дыхательных
путей за счёт изменения ГМК
стен-
ки бронхов.

Существование нейронов,
возбуж-дение которых совпадает
со вдо-

ХОМ ВДОХОМ И ВДОХ ВДОХОМ

В регуляции дыхания участвуют нейроны пневмотоксического центра (расположен в Варолиевом мосту), получающие импульсы от инспираторной части ДЦ продолговатого мозга и посылающие импульсы обратно в ДЦ, где возбуждают экспираторные нейроны и подавляют инспираторные.

сосудистого тонуса и АД, резкое
повышение АД тормозит
дыхание.

Выдох тормозит погружение в
хо-
лодную воду.

ЦНС получает и переключает на
дыхательный центр проприоцеп-
тивные и интероцептивные
сигна-
лы, промежуточный мозг
сигнали-

ус-
ловиях. После перевязки
пуповины
в крови новорождённого
нараста-
ет напряжение углекислого газа,
раздражаются хеморецепторы,
им-
пульсы от них идут в центр вдо-
ха, от него-к мотонейронам
дыха-

толстых мышц. Сокращение

дыхание согревает и смешивает
воздух, распределяет
сурфактант. Согревание воздуха
рефлекторное:
рецепторы тройничного нерва
на-
правляют импульсы в
парасимпа-
тические центры продолговатого
мозга, происходит ответное
расши-

рение кровеносных сосудов, что

В
дыхательных путях,
увеличивается вязкость секрета
слизистой оболоч-
очки. Воздух очищается от
пыли.

Защитными рефлексами
являются
кашель и чихание,
происходящие
за счёт резкого форсированного
выдоха.