

**ГБОУ ВПО «Уральский Государственный
медицинский университет»
Министерства здравоохранения РФ**

**Е. И. Зерчанинова
Т. В. Сафина
Е.М. Гагарина
В. В. Евдокимов**

**ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ
СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ,
ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ И
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА**

Учебное пособие по нормальной физиологии

Екатеринбург, 2014

УДК 612.2 (075.8)

ББК 28.91

Е.И. Зерчанинова, Т.В. Сафина, Е.М. Гагарина, В.В. Евдокимов.
Основы физиологии системы дыхания, терморегуляции и энергетического обмена. // Медицинский Вестник. - 2014. - №2. - 100 с.

В пособии представлена основная информация о строении и функциях органов дыхания. Пособие включает вопросы для компьютерного тестирования по физиологии системы дыхания и энергетического обмена, а также практические работы, необходимые для сдачи курсового экзамена. Пособие предназначено для студентов медицинских и фармацевтических институтов и медицинских факультетов университетов.

Под редакцией **профессора, д.б.н. В.И. Банькова**

Рецензент:

*Заведующий отделением биофизической и лучевой диагностики
Научно-исследовательского института охраны материнства и
младенчества г. Екатеринбурга, профессор, доктор
медицинских наук П.Б. Цывьян*

**Утверждено на заседании кафедры нормальной физиологии
УГМА**

**Рекомендовано к изданию Центральным Методическим
Советом УГМА.**

СОДЕРЖАНИЕ

Е.И. ЗЕРЧАНИНОВА, Т.В. САФИНА, В.В. ЕВДОКИМОВ

АНАТОМИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ	6
Полость носа	7
Гортань	8
Трахея	10
Бронхи.....	10
Легкие.....	11

Е.И. ЗЕРЧАНИНОВА, Т.В. САФИНА, В.В. ЕВДОКИМОВ

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ	15
Функции легких	15
Внешнее дыхание	18
Биомеханика вдоха и выдоха	21
Объемы легочного воздуха	22
Газообмен в легких.....	23
Транспорт газов кровью	24
Газообмен в тканях.....	30
Регуляция дыхания.....	30
Дыхательные рефлексy	34
Первый вдох ребенка.....	36
Возрастные изменения дыхания	37
Дыхание при пониженном атмосферном давлении	38
Дыхание при повышенном атмосферном давлении	39
Роль дыхания в формировании речи	40

Е.И. ЗЕРЧАНИНОВА, Т.В. САФИНА, В.В. ЕВДОКИМОВ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН	43
Методы физиологической калориметрии	44
<i>Непрямая (косвенная) калориметрия</i>	45
<i>Методы косвенной калориметрии</i>	46
Основной обмен и факторы, влияющие на его величину	47
<i>Факторы, повышающие основной обмен</i>	48

<i>Регуляция обмена энергии</i>	49
Е.И. ЗЕРЧАНИНОВА, Т.В. САФИНА, Е.М. ГАГАРИНА	
ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ	51
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ И КУРСОВОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО ФИЗИОЛОГИИ ДЫХАНИЯ И ЭНЕРГООБМЕНА	59
<i>Профильные вопросы (для студентов стоматологического факультета)</i>	60
ВОПРОСЫ К ПРОГРАМИРОВАННОМУ КОНТРОЛЮ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ И ОСНОВНОГО ОБМЕНА»	60
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ПРОГРАМИРОВАННОМУ ТЕСТИРОВАНИЮ	65
ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ И ОСНОВНОГО ОБМЕНА»	87
Работа №1: «Определение легочных объемов методом спирометрии».....	87
Работа №2: «Метод исследования внешнего дыхания - спирография»	87
Работа №3: «Пневмотахометрия».....	89
Работа №4: «Расчет должного основного обмена по таблицам Гаррис-Бенедикта»	89
ПРИЛОЖЕНИЕ	95
Основные физиологические константы.....	95
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	97

АНАТОМИЯ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Дыхание – это многоплановый термин, конкретное содержание которого зависит от области применения. Наиболее часто под термином «дыхание» подразумевают периодические движения грудной клетки, изменяющие ее объем и вызывающие возвратно- поступательное движение воздуха в дыхательных путях (респирация). У одноклеточных и ряда беспозвоночных, не имеющих специализированных образований для газообмена, осуществляется прямое дыхание через покровы тела. С увеличением массы тела в процессе эволюции возникают специализированные органы дыхания, имеющие развитую поверхность (жабры, легкие) и вспомогательные образования (дыхательные мышцы) обеспечивающие не прямое дыхание. В биоэнергетике дыхание рассматривается как процесс внутриклеточного освобождения энергии при разложении органических веществ и выработки АТФ. В биохимии дыхание исследуется как многоступенчатый ферментативный процесс окисления субстратов, протекающий на последовательно расположенных в мембранах клеточных органелл ферментных комплексов дыхательной цепи, направляющих поток электронов на конечных акцептор. Если в качестве акцептора выступают неорганические соединения, то такое дыхание называют анаэробным, если молекула кислорода – то говорят об аэробном дыхании. В физиологии термином дыхания обозначают процесс газообмена между организмом и средой его обитания, сопровождающийся поглощением кислорода и выделением углекислого газа.

В понятие системы органов дыхания включаются:

- 1) верхние дыхательные пути (полость носа, носоглотка, ротоглотка, гортань);
- 2) нижние дыхательные пути (трахея и бронхи);
- 3) легочная паренхима, плевра и ее полость;
- 4) аппарат, обеспечивающий дыхательные движения (ребра с прилегающими костными образованиями, дыхательные мышцы).

Верхние и нижние дыхательные пути образуют **воздухоносными путями**; основная их функция заключается в проведении воздуха извне в легкие и из легких наружу;

Легкие образуют **дыхательную часть** - в них происходит газообмен между воздухом и кровью.

Воздухоносные **пути** имеют в своих стенках или костную основу (носовая полость), или хрящи (гортань, трахея, бронхи), в результате чего эти органы сохраняют просвет и не спадаются.

Слизистая оболочка воздухоносных путей покрыта **мерцательным эпителием** - реснички их клеток своими движениями изгоняют наружу вместе со слизью попавшие в дыхательные пути инородные частицы.

Полость носа

Функции:

1. является началом дыхательных путей;
2. орган обоняния;
3. очищает, согревает и увлажняет вдыхаемый воздух.

Пахучие вещества воздуха раздражают обонятельные рецепторы, в которых возникают нервные импульсы.

Спереди полость носа закрывает и защищает наружный нос. Стенка носа имеет костную основу, книзу переходит в верхушку. Крылья носа (боковые части) укреплены хрящами крыльев носа. Полость носа перегородкой делится на 2 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 при действии различных раздражителей. Наиболее крупными хрящами являются:

- хрящ носовой перегородки
- боковые хрящи
- большие крыловидные хрящи (образуют крылья носа).

В *полости носа различают 4 стенки:*

1. верхняя
2. нижняя
3. латеральная
4. медиальная (перегородка).

С латеральной стенки свисают *3 носовые раковины:*

- верхняя
- средняя
- нижняя.

Евдокимов

Между ними образуются 3 носовых хода:

- верхний - **обонятельный**

дыхательный:

- средний

- нижний.

С носовой полостью связаны воздухоносные пазухи соседних костей - *околоносовые пазухи:*

- верхнечелюстная (гайморова)

- лобная

- клиновидная

- пазухи решетчатой кости.

Слизистая оболочка полости носа богата кровеносными сосудами (венами), которые согревают вдыхаемый воздух. При раздражении или повреждении слизистой оболочки здесь легко возникают носовые кровотечения. Пазухи уменьшают вес черепа, служат резонаторами звуков, голоса.

Вдыхаемый воздух из полости носа через хоаны попадает в носоглотку. Через ротовую часть глотки, где пересекают пищеварительный путь, поступает в гортань. В ротовую часть глотки воздух также попадает через рот.

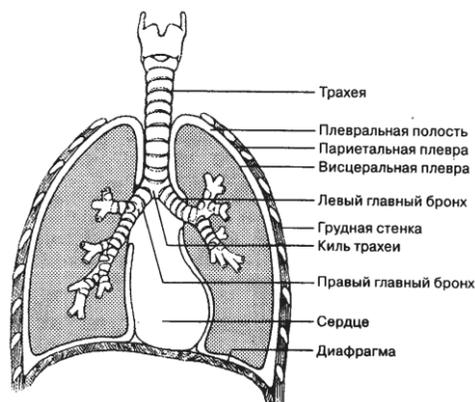


Рисунок 1. Анатомия грудной клетки: легкие, грудная стенка, диафрагма, плевральная полость и центральные ВП. Плевральная полость образована прилегающими друг к другу висцеральной и париетальной плеврой (по М.А. Гриппи. Патофизиология легких, 1997)

Гортань

Располагается в передней области шеи на уровне IV - VI шейных позвонков, ниже подъязычной кости, образуя здесь заметное возвышение, у мужчин - "адамово яблоко". При разговоре, пении, кашле, гортань смещается, следуя за подъязычной костью, с которой соединена.

У детей гортань расположена выше, у стариков - ниже из-за слабости связочного аппарата. Сзади от гортани располагается глотка, с которой гортань сообщается через верхнее отверстие. Внизу гортань переходит в трахею.

Скелет гортани образован хрящами:

- **перстневидный** - расположен в нижнем отделе;
- **щитовидный** - образует передне-боковые стенки;
- **надгортанник** - сверху прикрывает отверстие гортани.

Сзади располагаются более мелкие парные хрящи:

- **черпаловидные**
- **рожковидные**
- **клиновидные.**

Хрящи соединяются между собой суставами и связками и могут менять положение относительно друг друга благодаря наличию мышц.

Полость гортани выстлана слизистой оболочкой и делится на 3 отдела:

- **верхний** - преддверие гортани
- **средний** - суженный, собственно голосовой аппарат
- **нижний** - подголосовая полость.

Наиболее сложно устроен средний отдел, где на боковых стенках имеется 2 пары складок, между ними образуются углубления - желудочки гортани. Верхние складки называются **преддверными**, нижние - **голосовыми**. В толще нижних складок лежат **голосовые связки** (образованы эластическими волокнами) и **мышцы**. Промежуток между правой и левой голосовыми складками называется **голосовой щелью**.

Голосовые связки натянуты между щитовидными и черпаловидными хрящами и служат для воспроизведения звуков. Выдыхаемый воздух колеблет голосовые связки, и возникают звуки.

Евдокимов

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 - у мальчиков "ломается" голос, становится ниже. В членораздельной речи также участвуют язык, губы, полости рта и носа.

ТРАХЕЯ

Трахея - является непосредственным продолжением гортани. Стенка трахеи состоит из 16- 20 неполных хрящевых колец, соединенных кольцевидными связками.

Задняя стенка трахеи перепончатая (прилежит к пищеводу) - построена из соединительной ткани и гладкомышечный пучков. Слизистая оболочка трахеи покрыта мерцательным эпителием, содержит много желез и лимфоидных узелков.

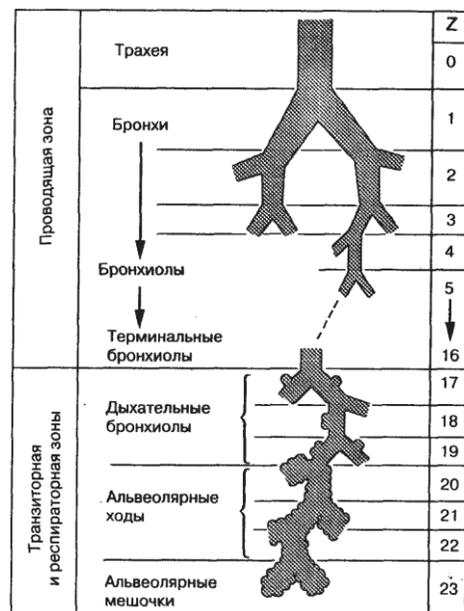


Рисунок 2. Трахеобронхиальное дерево как система дихотомически ветвящихся трубок. Проводящая зона, охватывающая первые 16 генераций ВП до уровня терминальных бронхиол (Z - 0-16), в газообмене не участвует. Транзиторная и респираторная зоны, в которых происходит газообмен, включают дыхательные бронхиолы, альвеолярные ходы, альвеолярные мешочки и альвеолы (Z - 17- 23) (По: Weibel E. R. Geometry and dimensions of airways conductive and transitory zones. In: Morphometry of the Human Lung. New York: Springer- Verlag, 1963: 111)

Бронхи

На уровне V грудного позвонка трахея делится на **2 главных бронха** (бифуркация трахеи):

- правый
- левый.

Они направляются к воротам легких.

Правый главный бронх короче и шире левого, он является как бы продолжением трахеи. Стенки главных бронхов имеют строение, аналогичное трахее - их скелет образован хрящевыми полукольцами.

В **воротах легких** главные бронхи делятся на **долевые**. В **правом** легком имеется **3 долевых бронха**, в **левом** - **2**. Долевые бронхи делятся на **сегментарные** и другие более мелкие, которые образуют в каждом легком 22- 23 порядка ветвления. Разветвление бронхов в легком называется **бронхиальным деревом**.

В стенках бронхов среднего диаметра гиалиновая хрящевая ткань сменяется эластическими хрящевыми пластинками. У мелких бронхов хрящевая ткань отсутствует, но хорошо выражена гладкомышечная ткань.

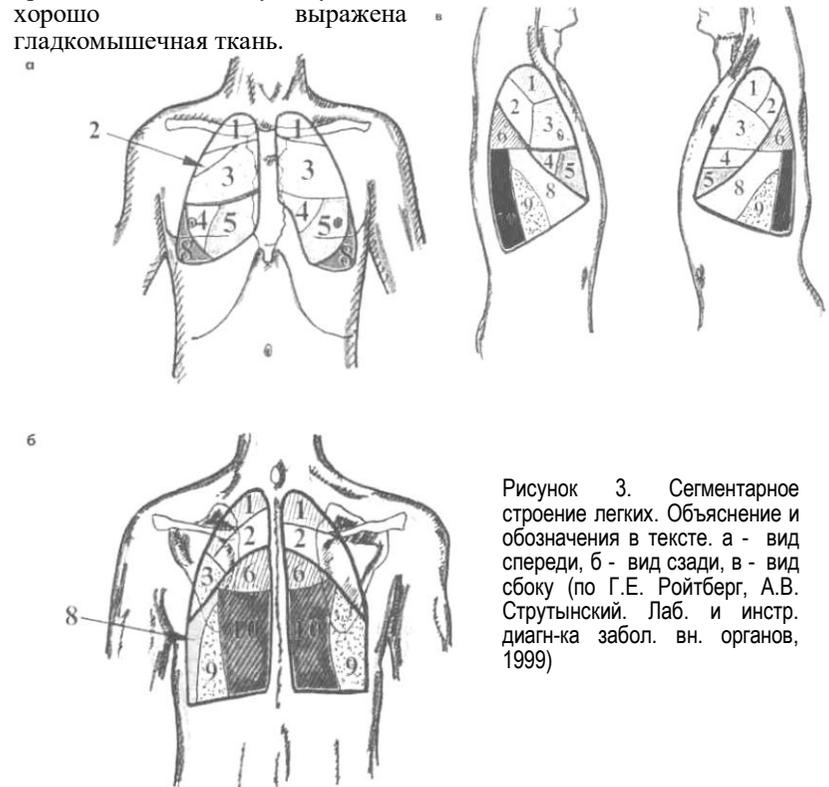


Рисунок 3. Сегментарное строение легких. Объяснение и обозначения в тексте. а - вид спереди, б - вид сзади, в - вид сбоку (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Лаб. и инстр. диагн-ка забол. вн. органов, 1999)

Легкие

Евразимов

Правое и левое легкие располагаются в грудной полости справа и слева от сердца и крупных кровеносных сосудов. Легкие покрыты серозной оболочкой - **плеврой**, образующей вокруг каждого легкого замкнутый плевральный мешок - **плевральную полость**.

По форме легкое напоминает конус с уплощенной медиальной стороной, закругленной верхушкой и основанием, обращенным к диафрагме. У легкого выделяют **3 поверхности**:

- реберную
- диафрагмальную
- средостенную

Реберная поверхность выпуклая, прилежит к внутренней поверхности грудной стенки.

Диафрагмальная поверхность выпуклая, прилежит к диафрагме.

Средостенная (медиальная) поверхность уплощенная, на ней находятся **ворота легкого**, через которые *в легкие входят*:

- главный бронх
- легочная артерия
- нервы

и выходят:

- легочные вены
- лимфатические сосуды.

Бронхи, сосуды, нервы образуют **корень легкого**. Каждое легкое глубокими бороздами (щелями) разделено на **доли**.

У **правого** легкого **3 доли**:

- верхняя
- средняя
- нижняя.

У **левого** легкого **2 доли**:

- нижняя
- верхняя.

У долей выделяют **сегменты**: по **10** в каждом легком.

Правое легкое. *Верхняя доля* правого легкого состоит из 3 сегментов — верхушечного (1), заднего (2) и переднего (3); *средняя доля* — из 2 сегментов: латерального (4) и медиального (5); а *нижняя доля* из 5 сегментов: верхнего (верхушечного) сегмента (6), медиального базального (сердечного) сегмента (7), который располагается на медиальной поверхности правого легкого и на рисунке не показан, а также переднего (8), латерального (9) и заднего (10) базальных сегментов.

Левое легкое. *Верхняя доля* левого легкого состоит из тех же 3 сегментов, что и правое легкое (1,2, 3). *Нижняя доля* включает верхний (4) и нижний (5) язычковые сегменты, верхний (верхушечный) сегмент (6), передний (8), латеральный (9) и задний (10) базальные сегменты легкого. В левом легком отсутствует базальный (сердечный) сегмент.

Границы между ними на поверхности легкого не видны. Сегменты легкого состоят из *долек*, в одном сегменте примерно 80 долек. В каждую дольку входит *дольковый бронх* диаметром 1 мм. Дольковый бронх делится на *концевые (терминальные) бронхиолы*, а они на *дыхательные (респираторные) бронхиолы*. Дыхательные бронхиолы переходят в *альвеолярные ходы*, на стенках которых имеются миниатюрные выпячивания (пузырьки) - **альвеолы**.

Одна концевая бронхиола с ее разветвлениями - дыхательными бронхиолами, альвеолярными ходами и альвеолами называется альвеолярным дыхательным деревом или **легочным ацинусом** (гроздью).

Ацинус является структурно- функциональной единицей легкого, в нем происходит газообмен между протекающей по капиллярам кровью и воздухом альвеол.

Плевра.

Серозная оболочка покрывает легкие и плотно срастается с легочной паренхимой, образует стенки плевральных полостей, в которых располагаются легкие.

Плевра, покрывающая легкие - легочная, висцеральная, по корню легкого переходит на стенки грудной полости, образуя вокруг каждого легкого плевральный мешок - левый и правый. Плевра, выстилающая стенки грудной полости - пристеночная, париетальная.

У париетальной плевры выделяют:

1. *реберную* плевру - прилежит к ребрам;
2. *диафрагмальную* плевру
3. *средостенную*.

Между париетальной и висцеральной плеврой имеется узкая щель - плевральная полость, содержит небольшое количество серозной жидкости. Жидкость смачивает соприкасающиеся поверхности висцеральной и париетальной плевры, облегчает скольжение легких в плевральных полостях.

Кровоснабжение легких.

Система кровоснабжения легких из большого круга кровообращения начинается бронхиальной артерией. Она отходит от дуги аорты. Разветвления этой артерии идут по бронхам и питают главным образом их стенки, а также строму легкого, бронхиальные железы. Схема распределения легочных артерий и вен соответствует схеме ветвления ВП.

Легочная лимфатическая система.

Легочные лимфатические сосуды образуют важную систему взаимодействия с внесосудистой жидкостью в легких. Лимфатические сосуды располагаются на поверхности висцеральной плевры и в паренхиме легких, где они тесно прилегают к легочным артериям, венам и воздухоносным путям. Лимфатические протоки содержат многочисленные клапаны, которые обеспечивают однонаправленный ток лимфы в сторону ворот легких. Легочные лимфатические сосуды впадают в лимфатические узлы, расположенные вокруг крупных воздухоносных путей и в средостении.

Лимфатическая система обеспечивает поддержание жидкостного баланса легких и является элементом защитной системы организма. Лимфоидная ткань находится в стенках ВП, образуя бронхоассоциированную лимфоидную ткань.

Иннервация легких и воздухоносных путей.

Легкие иннервируются ветвями блуждающего нерва и грудных симпатических ганглиев. Аfferентные и эfferентные нейроны играют важную роль в регуляции функции легких, включая регуляцию диаметра ВП. Кроме того, аfferентные волокна очень важны для восприятия потока воздуха и уровня наполнения легких воздухом.

Дыхание – это совокупность процессов, в результате которых происходит потребление организмом кислорода, использование его для окисления органических веществ с освобождением энергии и выделение углекислого газа в окружающую среду.

Включает следующие процессы:

- обмен воздуха между внешней средой и альвеолами легких: внешнее дыхание или вентиляции легких;
- обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью, протекающей через легочные капилляры – диффузия газов в легких;
- транспорт газов кровью;
- обмен газов между кровью и тканями в тканевых капиллярах – диффузия газов в тканях;
- потребление кислорода клетками и выделение ими углекислого газа – клеточное дыхание.

ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ

Основная функция легких - **дыхательная**.

Выделяют так называемые **недыхательные функции легких**.

1. Защитная.

- **барьерная**

1) при вдыхании задерживаются механические частицы, которые потом удаляются ресничками мерцательного эпителия; основную роль в удалении «вредностей», попавших в лёгкие с воздухом, играют мукоцилиарный и кашлевой механизмы;

2) инактивация биологически активных веществ - эндотелий капилляров легких инактивирует за счет поглощения или ферментного расщепления многие биологически активные вещества, циркулирующие в крови: серотонина, брадикинина, адреналина, ацетилхолина, простагландинов;

- **очистительная**

1) очистка воздуха

Эта функция выполняется и дыхательными путями, и альвеолярной тканью. Воздух очищается не только от механических примесей, но и от микроорганизмов, токсичных газов и аллергенов. В очистке воздуха активно участвуют альвеолярные макрофаги, относящиеся к мононуклеарным фагоцитам. Они контактируют с попавшими в лёгкие примесями и не только фагоцитируют их, но и модулируют многие иммунные реакции, в частности лимфоцитарные, особенно Т-лимфоцитов.

Большое значение в иммунной защите организма от воздушных вредностей имеют иммуноглобулины IgA, IgG и др. IgA, концентрация которого в слизи, покрывающей альвеолы и дыхательные пути, выше, чем в крови, действует главным образом в центральных дыхательных путях, тогда как IgG – в периферических отделах лёгких. Эти и другие иммуноглобулины обладают противовирусной активностью и опсонизирующей – подготавливают механические примеси к фагоцитозу и другим механизмам уничтожения. Один из главных механизмов фагоцитарной активности – свободнорадикальное окисление, так называемая респираторная вспышка, или дыхательный ожог.

2) очистка крови от механических примесей.

Сравнение артериальной и венозной крови показывает, что притекающая в лёгкие кровь содержит конгломераты клеток и частиц, мелкие свёртки фибрина, деформированные клетки, микроэмболы жира и другие механические примеси, которые не пропускаются дальше лёгочных капилляров и отсутствуют в артериальной крови.

Лёгкие являются не простым механическим фильтром: задержанные продукты подвергаются деструкции и метаболизму, для чего в лёгких имеются многообразные ферментативные системы.

2. Метаболическая.

В лёгких много протеолитических ферментативных систем. Тучные клетки альвеол, которые продуцируют гепарин, выделяют в альвеолы и кровоток некоторые протеолитические ферменты – протеазу, химотрипсин и др. Многие протеолитические и липолитические ферменты выделяются альвеолярными макрофагами. Эмульгированный жир, жирные кислоты и глицериды, попадающие в венозный кровоток главным образом через грудной лимфатический проток, почти полностью гидролизуются в лёгких, не проникая дальше лёгочных капилляров.

Частным случаем белкового и жирового обмена в лёгких является продукция альвеолярными клетками сурфактанта – комплекса веществ, обеспечивающего нормальные энергозатраты для вентиляции лёгких, а также защитные и противоотёчные свойства альвеолярной поверхности.

1. Терморегуляторная.

При снижении температуры в легких активируются экзотермические процессы (химическая теплопродукция), одновременно уменьшается капиллярный кровоток – физическая теплоотдача.

2. Секреторная.

- железы и секреторные клетки продуцируют 300- 400 мл в сутки серозно- мукоидного секрета, который выполняет защитную функцию;
- эндокринная функция: синтез простагландинов, гепарина, тромбопластина, гистамина, серотонина, тромбосана В₂, факторов свертывания VII и VIII и других биологически активных веществ.

3. Экскреторная.

Помимо того, что лёгкие удаляют СО₂ и воду, извлекают из кровотока вещества, выполнившие свою роль на периферии (норадреналин, брадикинин и др.), они очищают организм от многих медикаментов, токсинов, продуктов деструкции и метаболизма. Например, такие медикаменты, как аминазин, лидокаин, анаприлин, фентанил и многие другие перерабатываются и удаляются лёгкими.

4. Всасывательная.

Хорошо всасывается эфир, хлороформ. Возможен ингаляционный путь введения паров и аэрозолей ряда лекарственных препаратов.

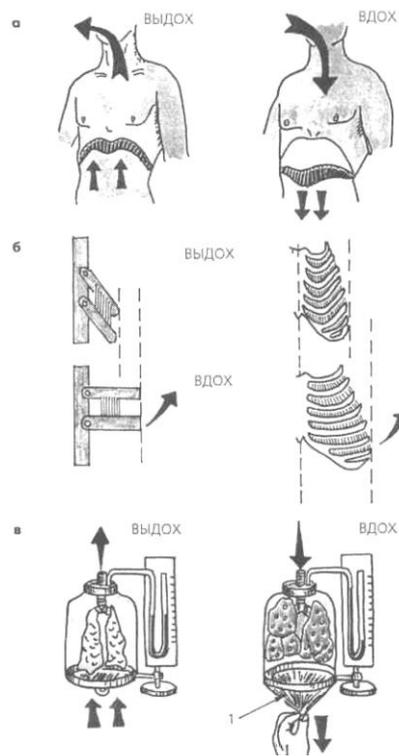
7. Поддержание кислотно- основного баланса.

Удаляя из организма СО₂, лёгкие вместе с карбонатной системой поддерживают рН на нормальном уровне. Но это не единственный механизм, которым лёгкие обеспечивают кислотно- основное равновесие. В лёгких происходит образование и гидролиз молочной кислоты, образующейся в них из глюкозы. При ацидозе лёгкие извлекают из крови молочную кислоту, а при алкалозе – наоборот – отдают.

8. Участие лёгких в гемодинамике.

Лёгкие являются резервуаром крови, как бы включённым в систему кровообращения между правой и левой половинами сердечного насоса. При отсутствии такого резервуара был бы невозможен непрерывный кровоток (вследствие разнонаправленного воздействия внутригрудного давления на правую и левую половины сердца при каждом вдохе и выдохе, особенно во время ИВЛ). Кроме того, лёгкие участвуют в регуляции кровообращения, продуцируя ангиотензин II, гемодинамическая активность которого в десятки раз превышает

активность норадреналина. Неадекватность этой недыхательной функции лёгких сказывается на системе кровообращения и нередко ведёт к дыхательной недостаточности, чаще всего проявляющейся в виде сердечной астмы и кардиогенного отёка лёгких.



ВНЕШНЕЕ ДЫХАНИЕ

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**.

Легочная вентиляция определяется следующими факторами (А. П. Зильбер):

- механическим аппаратом вентиляции, который, в первую очередь, зависит от активности дыхательных мышц, их нервной регуляции и подвижности стенок грудной клетки;
- эластичностью и растяжимостью легочной ткани;
- проходимостью дыхательных путей;
- внутрилегочным распределением газа и адекватностью этого распределения перфузии различных отделов легкого.

Грудная клетка является герметической полостью для легких. Движения грудной

клетки механически обеспечивают **вентиляцию легких** - наполнение их чистым атмосферным воздухом: **вдох**; изгнание богатого углекислым газом альвеолярного воздуха из легких: **выдох**. Т.е.

дыхательные движения обеспечивают вдох и выдох - увеличение и уменьшение объема легких.

Различают **основные и вспомогательные дыхательные мышцы**. Основные мышцы выполняют спокойное дыхание, а вспомогательные присоединяются к ним для осуществления более глубокого, форсированного дыхания. **Основными инспираторными мышцами** (обеспечивают вдох) являются диафрагма, наружные межреберные и внутренние межхрящевые мышцы. К **вспомогательным инспираторным мышцам** относятся все мышцы, прикрепляющиеся одним концом к ребрам, груди, а другим к кости черепа, плечевого пояса или к вышележащему позвонку. Это следующая группа мышц: большие и малые грудные, лестничные, грудино-ключично-сосцевидные, трапециевидные, поднимающие лопатку. Вспомогательными **экспираторными мышцами** (обеспечивают выдох) являются внутренние межреберные мышцы и мышцы брюшной стенки; участвуют при форсированном выдохе. В состоянии покоя выдох осуществляется пассивно.

Важную роль в процессе дыхания играет **отрицательное давление в плевральной щели** - это величина, на которую давление в плевральной щели ниже атмосферного. В норме это (- 5)- (- 9) мм.рт.ст. Таким образом, реальное давление в плевральной щели составляет 752- 756 мм.рт.ст. и зависит от фазы дыхательного цикла. При максимальном вдохе отрицательное давление возрастает до - 20 мм.рт.ст., при максимальном выдохе- приближается к нулю, становится почти равным атмосферному.

Значение отрицательного давления в плевральной полости заключается в том, что оно обеспечивает сжатие грудной клетки при выдохе и куполообразное положение диафрагмы, так как давление в брюшной полости несколько выше атмосферного за счет тонуса мышц стенки живота, а в грудной полости оно ниже атмосферного.

Отрицательное давление в плевральной щели обусловлено так называемой **эластической тягой легких** - силой, с которой легкие постоянно стремятся уменьшить свой объем. Эластическая тяга легких обусловлена двумя причинами:

- наличием в стенке альвеол большого количества эластических и коллагеновых волокон, гладкими мышцами сосудов легких;
- поверхностным натяжением пленки жидкости, которой покрыта внутренняя поверхность стенок альвеол.

Вещество, покрывающее внутреннюю поверхность альвеол называется **сурфактантом**. Сурфактант имеет низкое поверхностное натяжение и стабилизирует состояние альвеол, а именно, при вдохе он предохраняет

Евдокимов

альвеолы от перерастяжения (молекулы сурфактанта расположены далеко друг от друга, что сопровождается повышением величины поверхностного натяжения), а при выдохе - от спадения (молекулы сурфактанта расположены близко друг к другу, что сопровождается снижением величины поверхностного натяжения).

Важнейшими физиологическими функциями сурфактанта являются:

- увеличение растяжимости легкого благодаря снижению сил поверхностного натяжения;
- уменьшение вероятности спадения (коллапса) альвеол во время выдоха, поскольку при малых объемах легкого (в конце выдоха) его активность максимальна, а силы поверхностного натяжения минимальны;
- предотвращение перераспределения воздуха из более мелких альвеол в более крупные (согласно закону Лапласа).

Эластические свойства грудной стенки, также оказывают большое влияние на характер легочной вентиляции; определяются состоянием костного скелета, межреберных мышц, мягких тканей и париетальной плевры.

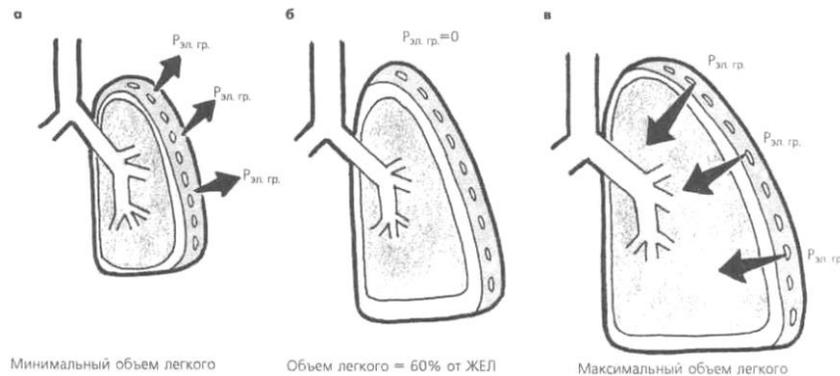


Рисунок 5. Эластическая отдача грудной стенки ($P_{эл. гр}$) во время дыхания. а - минимальный объем легких (максимальный выдох и начало вдоха), б - объем легких около 60% от ЖЕЛ (середина вдоха), в - максимальный объем легкого (окончание вдоха) (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Лаб. и инстр. диагн-ка забол. вн. органов,

Проподимость дыхательных путей во многом зависит от нормального дренирования трахеобронхиального секрета, что обеспечивается, прежде всего функционированием механизма мукоцилиарного очищения и нормальным кашлевым рефлексом.

Неравномерность вентиляции легких, существующая в норме, определяется неоднородностью механических свойств легочной ткани. Наиболее активно вентилируются базальные отделы легких, в меньшей степени — их верхние отделы.

Неэластические свойства аппарата вентиляции также играют роль в осуществлении легочной вентиляции; включают неэластическое (фрикционное) сопротивление грудной клетки, неэластическое (фрикционное) сопротивление легочной ткани, бронхиальное сопротивление (возникает при движении воздуха по трахеобронхиальным путям), инерционное сопротивление легких и грудной клетки.

БИОМЕХАНИКА ВДОХА И ВЫДОХА

Вдох начинается с сокращения дыхательных (респираторных) мышц.

При вдохе межреберные мышцы сокращаются и приподнимают ребра, а диафрагма отодвигается в сторону брюшной полости, становится менее выпуклой. Сокращение диафрагмы приводит к увеличению объема грудной полости в вертикальном направлении, а сокращение наружных межреберных и межхрящевых мышц - к увеличению объема грудной полости в сагитальном и фронтальном направлениях. В результате этого объем грудной полости увеличивается. Так как давление в грудной полости ниже атмосферного, то при увеличении ее объема растягиваются и легкие. Давление в них на какой-то момент становится ниже атмосферного, в легкие по дыхательным путям устремляется воздух. При необходимости глубокого дыхания, кроме межреберных мышц и диафрагмы сокращаются мышцы туловища и плечевого пояса.

Выдох осуществляется пассивно, в результате расслабления дыхательных мышц; он является следствием прекращения вдоха: межреберные мышцы расслабляются, ребра опускаются, диафрагма расслабляется, объем грудной полости и легких уменьшаются. Грудная клетка суживается под влиянием эластической тяги легких и постоянно имеющегося тонуса мышц стенки живота, при этом органы брюшной полости оказывают давление на диафрагму. Вследствие сужения грудной клетки легкие сжимаются. Давление в легких становится выше атмосферного: воздух выходит из них по дыхательным путям наружу.

Частота дыхания 16- 20 в минуту. Дыхательные движения грудной клетки обеспечивают вентиляцию альвеолярного воздуха и поддерживают постоянным его газовый состав.

При глубоком вдохе происходит дополнительное сокращение межреберных и брюшных мышц и объем выдыхаемого воздуха возрастает. При глубоком, усиленном дыхании сокращаются не только главные мышцы, но и вспомогательные.

Объемы легочного воздуха

Человек в состоянии покоя вдыхает и выдыхает около 500 мл воздуха - это **дыхательный объем**. Если после спокойного вдоха сделать усиленный дополнительный вдох, то в легкие поступает еще 1500 мл воздуха - это **резервный объем вдоха**.

После спокойного выдоха можно при максимальном напряжении дыхательных мышц выдохнуть еще 1500 мл воздуха - это **резервный объем выдоха**.

В сумме дыхательный объем, резервный объем вдоха и резервный объем выдоха составляют **жизненную емкость легких**.

ЖЕЛ = $PO_{вд} + DO + PO_{выд}$.

ЖЕЛ = $1500 + 500 + 1500 = 3500$ мл.

ЖЕЛ - максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после глубокого вдоха.

После максимального выдоха в легких остается 1000 - 1500 мл воздуха - это **остаточный объем**. Его можно удалить не полностью только на трупе. В легочной ткани всегда остается воздух, поэтому, опущенный в воду кусочек легкого не тонет.

Функциональная остаточная емкость легких.

ФОЕЛ = $PO_{выд} + OO$

ФОЕЛ = $1500 + 1000 (1500) = 2500 - 3000$ мл.

Емкость вдоха = $PO_{вд} + DO = 1500 + 500 = 2000$ мл.

Объем воздуха, содержащийся в легких на высоте максимального вдоха, составляет Общую емкость легких.

ОЕЛ=ЖЕЛ+ ОО

Воздух находится не только в альвеолах, но и в воздухоносных путях - полости носа, носоглотки, трахеи, бронхов. Воздух, находящийся в воздухоносных путях не участвует в газообмене, поэтому просвет

воздухоносных путей называется **мертвым пространством**. Объем анатомического мертвого пространства около 150 мл.

Количественной характеристикой легочной вентиляции является **минутный объем дыхания (МОД)** - объем воздуха, проходящего через легкие за одну минуту. В состоянии покоя МОД равен 6- 9 л. При физической нагрузке его величина резко возрастает и составляет 25- 30 л.

Объем воздуха, который проходит через легкие за определенное время, называют **максимальной вентиляцией легких (МВЛ)**. Этот параметр может достигать у молодого человека 120- 150 л/мин. МВЛ характеризует проходимость дыхательных путей, упругость грудной клетки и растяжимость легких.

ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ

Газообмен осуществляется с помощью диффузии: CO_2 выделяется из крови в альвеолы, O_2 поступает из альвеол в венозную кровь, пришедшую в легочные капилляры из всех органов и тканей организма.

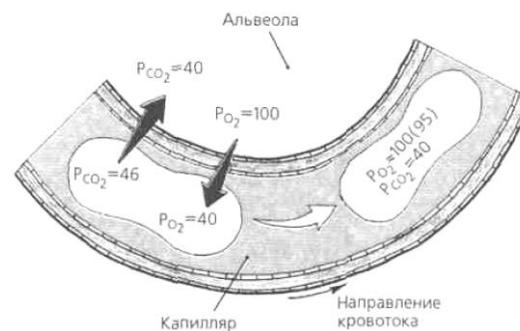


Рисунок 6. Газообмен между альвеолярным воздухом и эритроцитом. Цифрами обозначены величины парциального давления кислорода (PO_2) и углекислого газа (PCO_2) в артериальном и венозном конце капилляра (в мм рт. ст.) (по Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтынский. Лаб. и инстр. диагн. ка забол. вн. дыхания. 1999).

Процесс диффузии газов через альвеолярно- капиллярную мембрану зависит от следующих факторов:

градиента парциального давления газов по обе стороны мембраны (в альвеолярном воздухе и в легочных капиллярах);

толщины альвеолярно- капиллярной мембраны;

1. общей поверхности диффузии в легком (поверхность контакта легочных капилляров и альвеол составляет 60- 120 m^2).

Парциальное давление кислорода в альвеолах (100 мм рт. ст.) значительно выше, чем напряжение кислорода в венозной крови,

поступающей в капилляры легких. Градиент парциального давления углекислого газа направлен в обратную сторону: 46 мм. рт. ст. в начале легочных капилляров и 40 мм рт. ст. в альвеолах. Эти градиенты давлений являются движущей силой диффузии кислорода и двуокиси углерода, т.е. газообмена в легких.

Согласно закону Фика диффузионный поток прямо пропорционален градиенту концентрации. Коэффициент диффузии для углекислого газа в 20- 25 раз больше, чем кислорода. При прочих равных условиях углекислый газ диффундирует через определенный слой среды в 20- 25 раз быстрее, чем кислород. Поэтому обмен CO_2 в легких происходит достаточно полно, несмотря на небольшой градиент парциального давления этого газа.

При прохождении каждого эритроцита через легочные капилляры время, в течение которого возможна диффузия (время контакта) относительно невелико – около 0,3 сек. Однако, этого времени вполне достаточно для того, чтобы напряжения дыхательных газов в крови и их парциальное давление в альвеолах практически сравнялись.

Диффузионную способность легких, как и альвеолярную вентиляцию, следует рассматривать в отношении к перфузии (кровоснабжению) легких.

ТРАНСПОРТ ГАЗОВ КРОВЬЮ

Транспорт кислорода кровью.

Содержание растворенного газа в жидкости зависит от его парциального давления. Содержание в крови кислорода и углекислого газа в физически растворенном состоянии относительно невелико, однако это состояние играет существенную роль в жизнедеятельности организма.

Для того, чтобы связаться с теми или иными веществами, дыхательные газы сначала должны быть доставлены к ним в физически растворенном виде. Таким образом, при диффузии в ткани или кровь каждая молекула кислорода или углекислого газа определенное время пребывает в состоянии физического растворения. Большая часть кислорода переносится кровью в виде химического соединения с гемоглобином. 1 моль гемоглобина может связать до 4 молей кислорода, а 1 г гемоглобина – 1,39 мл кислорода. При анализе газового состава крови получают меньшую величину (1,34 – 1,36 мл O_2 на 1 г Нв). Это обусловлено тем, что небольшая часть гемоглобина находится в неактивном виде. Таким образом, можно считать, что *in vitro* 1 г. Нв связывает 1,34 мл O_2 – так называемое **число Хюфнера**.

Исходя из числа Хюффнера и зная содержание гемоглобина, вычислить кислородную емкость крови: 0,20 л кислорода на 1 л крови. Однако, такое содержание кислорода в крови может достигаться лишь в том случае, если кровь контактирует с газовой смесью с высоким содержанием кислорода ($pO_2=300$ мм рт. ст.), поэтому в естественных условиях гемоглобин оксигенируется не полностью.

Реакция, отражающая соединение кислорода с гемоглобином, подчиняется закону действующих масс. Это означает, что отношение между количеством гемоглобина и оксигемоглобина зависит от содержания физически растворенного кислорода в крови; последнее же пропорционально напряжению кислорода. Процентное отношение оксигемоглобина к общему содержанию гемоглобина называется **насыщением гемоглобина кислородом**.

В соответствии с законом действующих масс насыщение гемоглобина кислородом зависит от напряжения кислорода. Графически эту зависимость отражает кривая диссоциации оксигемоглобина, которая имеет S-образную форму.

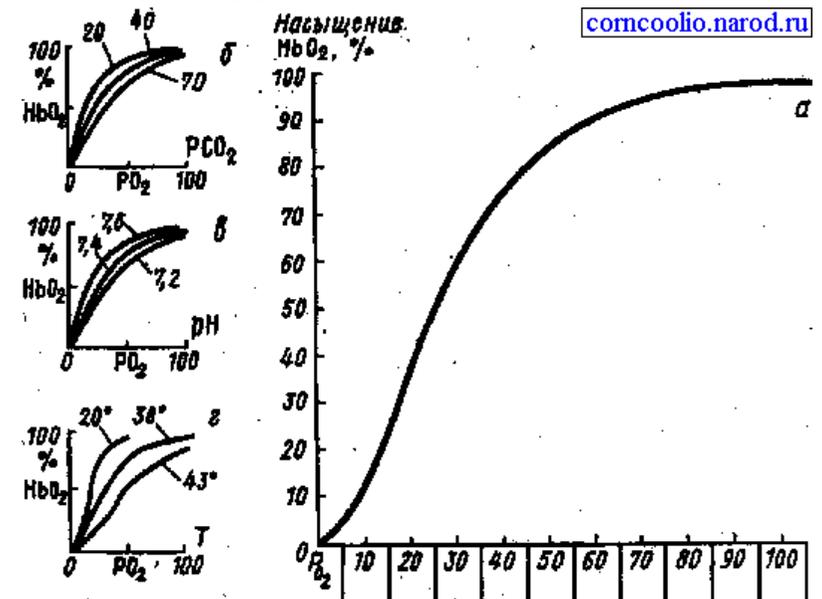


Рисунок 7. График диссоциации оксигемоглобина:
 А - при нормальном парциальном давлении CO_2
 Б - влияние изменений парциального давления CO_2
 В - влияние изменений pH;
 Г - влияние изменений температуры.

Наиболее простым показателем, характеризующим расположение этой кривой, служит так называемое напряжение полунасыщения pO_2 – т.е. такое напряжение кислорода, при котором насыщение гемоглобина кислородом составляет 50%. В норме pO_2 артериальной крови составляет около 26 мм рт. ст.

Конфигурация кривой диссоциации оксигемоглобина имеет важное значение для переноса кислорода кровью. В процессе поглощения кислорода в легких напряжение O_2 в крови приближается к парциальному давлению этого газа в альвеолах. У молодых людей pO_2 артериальной крови составляет около 95 мм рт. ст. При таком напряжении насыщение гемоглобина кислородом равно примерно 97%. С возрастом и в еще большей степени при заболеваниях легких напряжение кислорода в артериальной крови может значительно снижаться, однако, поскольку кривая диссоциации оксигемоглобина в правой части почти горизонтальна, насыщение крови кислородом уменьшается незначительно. Даже при падении напряжения кислорода в артериальной крови до 60 мм рт. ст., насыщение гемоглобина кислородом равно 90 %. Таким образом, благодаря тому, что области высоких напряжений кислорода соответствует горизонтальный участок кривой диссоциации оксигемоглобина, насыщение артериальной крови кислородом сохраняется на высоком уровне даже существенных сдвигах pO_2 .

Крутой наклон среднего участка кривой диссоциации оксигемоглобина свидетельствует о благоприятной ситуации для отдачи кислорода тканям. В состоянии покоя pO_2 в области венозного конца капилляра равно приблизительно 40 мм рт. ст., что соответствует примерно 73% насыщения. Если в результате увеличения потребления кислорода его напряжение в венозной крови падает лишь на 5 мм рт. ст., то насыщение гемоглобина кислородом снижается на 7%; высвобождающийся при этом кислород может быть сразу же использован для процессов метаболизма.

Конфигурация кривой диссоциации оксигемоглобина обусловлена главным образом *химическими свойствами гемоглобина*; а также влиянием температуры, рН, напряжения углекислого газа.

Как правило, эти факторы смещают кривую, увеличивая или уменьшая ее наклон, но не изменяя при этом ее S-образную форму.

Если сродство гемоглобина к кислороду повышается, то процесс идет в сторону образования оксигемоглобина и график диссоциации смещается влево. При снижении сродства гемоглобина к кислороду процесс идет больше в сторону диссоциации оксигемоглобина, при этом график диссоциации смещается вправо.

Равновесие реакции оксигенации гемоглобина зависит от **температуры**. При понижении температуры наклон кривой диссоциации оксигемоглобина увеличивается, а при ее повышении – снижается. У теплокровных животных этот эффект проявляется только при гипотермии или лихорадочном состоянии.

Форма кривой диссоциации оксигемоглобина в значительной степени зависит от содержания в крови ионов H^+ . При снижении рН (при закислении крови) сродство гемоглобина к кислороду уменьшается и кривая диссоциации оксигемоглобина уплощается. **Влияние рН** на расположение кривой диссоциации оксигемоглобина называется **эффектом Бора**.

Величина рН крови тесно связана с напряжением в ней CO_2 (напряжение углекислого газа) – чем pCO_2 выше, тем ниже рН. Увеличение напряжения в крови CO_2 сопровождается снижением сродства гемоглобина к кислороду и уплощением кривой диссоциации оксигемоглобина. Эту зависимость также называют эффектом Бора, хотя при подробном количественном анализе было показано, что влияние углекислого газа на форму кривой нельзя объяснить только изменением рН. Очевидно, сам углекислый газ оказывает на диссоциацию оксигемоглобина «специфический эффект».

При ряде патологических состояний наблюдаются изменения процессов транспорта кислорода кровью. При некоторых видах анемий происходит сдвиг кривой вправо, реже влево. Известно, что на форму и расположение кривой оказывают выраженное влияние некоторые **фосфорорганические соединения**, содержание которых в эритроцитах при патологии может изменяться. Основным соединением является **2,3-дифосфоглицерат** (2,3-ДФГ). Сродство гемоглобина к кислороду зависит от содержания в эритроцитах катионов. При патологических сдвигах рН также отмечаются соответствующие изменения: **при алкалозе** поглощение кислорода в легких в результате эффекта Бора увеличивается, но отдача его тканям затрудняется; **при ацидозе** наблюдается обратная картина.

Значительный сдвиг кривой влево имеет место при отравлении **угарным газом**.

Транспорт углекислого газа кровью.

Двуокись углерода – конечный продукт окислительных обменных процессов в клетках – переносится с кровью к легким и удаляется через них во внешнюю среду. Так же как и кислород, CO_2 может переноситься как в физически растворенном виде, так и в состоянии химических соединений.

В плазме крови эта реакция протекает очень медленно; в эритроците же она ускоряется примерно в 10000 раз, что связано с действием фермента *карбоангидразы*. Поскольку этот фермент присутствует только в клетках, практически все молекулы CO_2 , участвующие в реакции гидратации, должны сначала поступить в эритроциты.

Следующая реакция в цепи химических превращений CO_2 заключается в диссоциации слабой кислоты H_2CO_3 на ионы бикарбоната и водорода.

Накопление HCO_3^- в эритроците приводит к тому, что между его внутренней средой и плазмой крови создается диффузионный градиент. Ионы HCO_3^- могут передвигаться по этому градиенту лишь в том случае, если при этом не будет нарушаться равновесное распределение электрических зарядов. В связи с этим одновременно с выходом каждого иона HCO_3^- должен происходить либо выход из эритроцита одного катиона, либо вход одного аниона.

Поскольку мембрана эритроцита практически непроницаема для катионов, но сравнительно легко пропускает небольшие анионы, взамен HCO_3^- в эритроцит поступают ионы хлора. Этот обменный процесс называется хлоридным сдвигом.

Углекислый газ может связываться также путем непосредственного присоединения к аминок группам белкового компонента гемоглобина. При этом образуется так называемая карбаминовая связь. Гемоглобин, связанный с CO_2 , называется *карбогемоглобином*.

Содержание углекислого газа, находящегося в крови в виде химических соединений, непосредственно зависит от его напряжения. В свою очередь, величина $p\text{CO}_2$ определяется скоростью образования CO_2 в тканях и его выделения легкими. Зависимость содержания CO_2 от его напряжения описывается кривой, аналогичной кривой диссоциации оксигемоглобина.

В легких происходит диссоциация соединений углекислого газа и выделение из организма углекислого газа. Начинается выход в альвеолы физически растворенного CO_2 из плазмы крови, вследствие наличия градиента парциального давления $p\text{CO}_2$ между альвеолами (40 мм.рт.ст.) и венозной кровью (46 мм.рт.ст.). Это ведет к уменьшению напряжения $p\text{CO}_2$ в крови. Присоединение кислорода к гемоглобину ведет к уменьшению сродства углекислого газа к гемоглобину и расщепления карбогемоглобина.

Зависимость содержания CO_2 от степени оксигенации гемоглобина называется эффектом Холдейна. Данный эффект частично обусловлен различной способностью оксигемоглобина и дезоксигемоглобина к образованию карбаминовой связи.

ГАЗООБМЕН В ТКАНЯХ

Газообмен в тканях так же, как и газообмен в легких зависит, от следующих факторов:

1. градиента напряжения газов между кровью и клетками;
2. состояния мембран;
3. площади диффузии;
4. коэффициента диффузии.

В легких кровь из венозной превращается в артериальную:

- богатую кислородом
- бедную углекислым газом.

Артериальная кровь направляется к тканям, где в результате постоянно протекающих окислительных процессов потребляется кислород и образуется углекислый газ. В тканях напряжение кислорода близко к 0, а напряжение углекислого газа = 60 мм рт ст.

Вследствие разности давления углекислый газ из ткани диффундирует в кровь, а кислород - в ткани. **Кровь** становится **венозной**, по венам поступает в легкие, где повторяется цикл обмена газов.

Регуляция дыхания

Регуляцию дыхания можно определить как приспособление внешнего дыхания к потребностям организма. Главное в процессах регуляции дыхания: обеспечить смену дыхательных фаз.

Деятельность дыхательной системы должна быть адекватна метаболическим потребностям организма в целом. При физической работе скорость поглощения кислорода и удаления углекислого газа должна возрастать в несколько раз по сравнению с покоем. Для этого необходимо увеличить вентиляцию легких. Увеличение минутного объема дыхания может быть достигнуто путем повышения частоты и глубины дыхания.

Регуляция дыхания должна обеспечивать наиболее экономное соотношение между двумя параметрами. При осуществлении некоторых рефлексов (глотательного, кашлевого, чихательного) и определенных видов деятельности, характерных для человека (речь, пение), характер дыхания должен изменяться, однако химический состав артериальной крови должен оставаться более или менее постоянным. Учитывая разнообразие запросов организма для оптимального функционирования дыхательной системы необходимы сложные регуляторные механизмы.

В системе управления дыханием можно выделить 2 основных контура:

Саморегуляторный – действует на уровне системы и включает дыхательный центр посредством активации механорецепторов легких, дыхательных мышц, центральных и периферических хеморецепторов. Данный уровень регуляции осуществляет поддержание постоянства газового состава крови.

Регуляторный, корректирующий – включает сложные поведенческие условные и безусловные акты. На этом уровне происходят процессы, приспособляющие дыхание к изменяющимся условиям окружающей среды и жизнедеятельности организма.

Саморегуляторный контур.

Дыхательный центр представляет собой совокупность нейронов расположенных на различных уровнях ЦНС.

В продолговатом мозге находится главная часть дыхательного центра. Его делят на 3 области по преобладанию нейронов, выполняющих специфические функции.

1. **«Центр вдоха»** совпадает с ростральным отделом обонятельного ядра. Здесь располагаются инспираторные нейроны (альфа-нейроны), которые разряжаются незадолго до вдоха и во время его. Они обладают автоматией, очень чувствительны к возбуждению и углекислому газу.
2. **«Центр выдоха»** располагается вдоль обонятельного ядра, здесь обнаружены экспираторные нейроны.

В медиальной инспираторной области, расположенной вдоль одиночного тракта, были обнаружены как альфа-нейроны, возбуждающиеся при вдохе, так и бета-нейроны. Активность бета-нейронов увеличивается при максимальном растяжении легких. Полагают, что при активации бета-нейроны оказывают тормозное влияние на альфа-нейроны.

В передней части варолиева моста, сразу за четверохолмием, обнаружено еще одно ядро, участвующее в регуляции дыхания, которое носит название **пневмотаксический центр**. Пневмотаксический центр способствует периодической деятельности дыхательного центра, он увеличивает скорость развития инспираторной активности, повышает возбудимость механизмов выключения вдоха, ускоряет наступление следующей инспирации.

Также в каудальной части варолиева моста обнаружена группа клеток, получающих возбуждения от инспираторных нейронов и тормозящих активность экспираторных нейронов. У животных с перерезкой ствола мозга через середину варолиева моста дыхание становится редким,

очень глубоким с остановками на некоторое время в фазе вдоха, получивших название айпнейзисов. Группа клеток, создающая подобный эффект, получила название **апнейстического центра**.

Таким образом, нейроны моста при взаимодействии с нейронами продолговатого мозга обеспечивают нормальный цикл дыхания.

В регуляции дыхания принимают участие средний мозг, гипоталамус, лимбико- ретикулярный комплекс, кора больших полушарий. Средний мозг играет важную роль в регуляции тонуса всей мускулатуры. Гипоталамус выполняет интегрирующую роль в вегетативном обеспечении соматической деятельности; участвует в регуляции частоты и глубины дыхания, например, при болевых раздражениях, при эмоциональном возбуждении, при физической нагрузке. Участии коры больших полушарий головного мозга в регуляции дыхания позволяет изменять частоту и глубину дыхания в широком диапазоне.

Ритмическое чередование вдоха и выдоха связано с попеременными разрядами инспираторных и экспираторных нейронов. Во время активности инспираторных нейронов экспираторные клетки «молчат», и наоборот. Это позволяет предположить, что инспираторные и экспираторные клетки оказывают друг на друга реципрокное тормозное влияние.

Инспираторные нейроны возбуждаются при постоянном поступлении ритмических импульсов с центральных и периферических хеморецепторов. Активность данных рецепторов находится в прямой зависимости от содержания в крови кислорода и углекислого газа (периферические хеморецепторы) и концентрации ионов водорода в ликворе (центральные хеморецепторы).

Импульсы, поступающие от центральных и периферических хеморецепторов, являются необходимым условием периодической активности нейронов дыхательного центра и соответствия вентиляции легких газовому составу крови.

Поток импульсов от альфа- инспираторных нейронов устремляется к ядрам дыхательных мышц спинного мозга, и, активируя их, вызывает сокращение диафрагмы и увеличение грудной клетки, а также возбуждают бета- инспираторные нейроны.

Одновременно в процессе увеличения объема грудной клетки, нарастают потоки импульсов от механорецепторов легких на бета-нейроны. Предполагают, что бета- инспираторные нейроны возбуждают инспираторно- тормозящие нейроны, замыкающиеся на альфа- инспираторных нейронах. Как следствие происходит прекращение вдоха и наступает выдох.

Феномен раздражения рецепторов растяжения легких и прекращение вдоха называется **инспираторно-тормозящим рефлексом Геринга-Брейера**.

Напротив, если существенно уменьшить объем легких, то произойдет глубокий вдох. Дуга этого рефлекса начинается от рецепторов растяжения легочной паренхимы (подобные рецепторы обнаружены в трахее, бронхах, бронхиолах; некоторые из них реагируют на степень растяжения легочной ткани, другие только при уменьшении или увеличении растяжения – независимо от степени).

Афферентные волокна от рецепторов растяжения легких идут в составе блуждающих нервов, а эфферентное звено представлено двигательными нервами, идущими к дыхательной мускулатуре.

Физиологическое значение рефлексов Геринга-Брейера состоит в ограничении дыхательных экскурсий, благодаря рефлексу достигается соответствие глубины дыхания секундным условиям функционирования организма, при котором работа дыхательной системы совершается более экономично. Кроме того, рефлекс препятствует перерастяжению легких.

Уменьшение при выдохе объема легких снижает поток импульсов с механорецепторов на бета-инспираторные нейроны и вновь наступает вдох.

Принудительное увеличение времени вдоха (например, при раздувании легких в период экспирации) продлевает время возбуждения рецепторов растяжения легких, и как следствие, задерживает наступление следующего вдоха – **экспираторно-облегчающий рефлекс Геринга-Брейера**.

Таким образом, чередование вдоха и выдоха происходит по *принципу отрицательной обратной связи*.

Регуляторный контур.

Основой активности альфа-инспираторных нейронов является постоянная активирующая импульсация от центральных и периферических хеморецепторов. Роль ведущих возбуждающих агентов указанных рецепторных образований выполняют кислород и углекислый газ в крови, а также концентрация протонов в ликворе.

Однако, на уровне регуляторного контура осуществляется опережающая регуляция без изменения газового состава в крови (стресс, эмоциональные состояния, творческий подъем).

В отличие от саморегуляторного уровня, контролируемого гуморальными агентами, на регуляторном преобладающее влияние приобретает центральная нервная система.

ДЫХАТЕЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ

Дыхательные рефлексы – опосредованные нервной системой ответные реакции организма на изменение внешней и внутренней среды, изменяющий в первую очередь характер внешнего дыхания.

На ритм дыхания могут рефлекторно оказывать влияние раздражения различных отделов организма, а поскольку водителем ритма является дыхательный центр, то и афферентные пути рефлекторной дуги должны замыкаться на дыхательном центре, а эфферентные пути идут от центра к исполнительным структурам дыхательной системы. При этом можно выделить ряд рецепторных зон, оказывающих наибольшее влияние на ритм дыхания. Среди таких *висцеро-пульмональных рефлексов* наиболее известны:

Рефлекс Геринга-Брейера – если легкие сильно раздуть, то вдох рефлекторно затормозится и начинается выдох.

Рефлексы с дыхательных мышц – дыхательные мышцы (как любые другие) содержат рецепторы растяжения – мышечные веретена. В случае если либо вдох, либо выдох затруднены, веретена соответствующих мышц возбуждаются и в результате сокращения этих мышц усиливаются. Кроме того, афферентная импульсация от мышечных веретен поступает так же к дыхательным центрам, изменяя деятельность дыхательной мускулатуры.

Смена фаз дыхательного цикла может быть изменена импульсацией с обширных рецепторных полей висцеральной и париетальной плевры, которые связаны с парасимпатической и симпатической системами, диафрагмальными нервами.

Рефлексы с хеморецепторов (раздражителями служат повышение концентрации углекислого газа, понижение рН, снижение концентрации кислорода).

Рефлексы с барорецепторов дуги аорты и синокаротидной зоны - повышение артериального давления приводит к торможению как инспираторных, так и экспираторных нейронов, и в результате уменьшается как глубина, так и частота дыхания.

Рефлексы с кожных терморецепторов – сильное холодное или теплое воздействие на кожу приводит к возбуждению дыхательных центров.

Раздражение болевых рецепторов стимулирует дыхание.

Рефлексы с работающих мышц – импульсы с двигательных центров проводятся не только к рабочей мускулатуре, но так же к дыхательным центрам, вызывая возбуждение дыхательных нейронов, т.е. имеет место феномен коиннервации.

По отделу нервной системы и характеру эфферентного ответа выделяют **пульмоно-висцеральные рефлексы** – это группа рефлекторных реакций, афферентное звено которых расположено в тканях легкого. Эфферентным звеном могут быть сосуды головного мозга, миокарда и брюшной полости, почки, печень.

По конечному эффекту дыхательные рефлексы подразделяют на:

Регуляторные (рефлекс Геринга-Брейера);

Защитные – рефлекторные изменения характера внешнего дыхания, предотвращающие или уменьшающие попадание в дыхательные пути повреждающих и раздражающих веществ, но они направлены лишь на ограничение объема раздражения или повреждения: произвольное рефлекторная задержка дыхания при попадании в атмосферу, насыщенную парами летучих соединений; апноический рефлекс Крачнера – на введение в носовую полость газообразных или жидких раздражителей; при механическом или холодном раздражении тормозится активность диафрагмы, развивается приходящая экспираторная остановка дыхания, сопровождающаяся закрытием голосовой щели, гипотония мышц гортани, конечностей, повышается артериальное давление, вазоконстрикция и замедление кровотока сосудистых руслах мягких тканей (кроме мозга), брадикардия синусового типа.

Обонятельные – рефлекторные изменения характера внешнего дыхания при возбуждении обонятельных рецепторов;

Оборонительные – рефлекторные изменения характера дыхательных движений, направленные на устранение экзогенных и эндогенных повреждающих агентов из глубины дыхательных путей с помощью непосредственного физического воздействия на них. Типичными примерами служат кашель и чихание. Они связаны с форсированным выдохом, которому часто предшествует предварительное закрытие голосовой щели и резкое повышение внутри легочного давления, создающие усиленную воздушную струю в магистральных бронхах, трахеи и верхних дыхательных путях. Аспирационный рефлекс возникает при повторных прикосновениях к слизистой носоглотки (инстиляция 0,1–0,4 мл воды в нос, вдувание воздуха в верхние дыхательные пути), проявляется одним - тремя сильными вдохами без последующего выдоха. Экспираторный рефлекс – представляет собой реакцию в виде экспираторных усилий, не предваряемых вдохом; вызывается тактильным, химическим раздражением рефлексогенной

зоны или электростимулирующей проксимального конца верхнего гортанного нерва.

ПЕРВЫЙ ВДОХ РЕБЕНКА

Во внутриутробном периоде развития легкие не являются органом внешнего дыхания плода, эту функцию выполняет плацента. Задолго до рождения появляются дыхательные движения, которые необходимы для нормального развития легких. Легкие до начала вентиляции заполнены жидкостью: около 100 мл.

Рождение вызывает резкие изменения состояния дыхательного центра, приводящие к началу вентиляции. Первый вдох наступает через 15-70 сек. после рождения, обычно после пережатия пуповины, иногда – до него, т.е. сразу после рождения.

Факторы, стимулирующие первый вдох .

1. Наличие в крови гуморальных раздражителей дыхания: CO_2 , H^+ и недостаток кислорода. В процессе родов, особенно после перевязки пуповины, напряжение углекислого газа и концентрация ионов водорода возрастают, усиливается гипоксия. Но сами по себе гиперкапния, ацидоз и гипоксия не объясняют наступления первого вдоха. Возможно, что у новорожденных небольшие уровни гипоксии могут возбуждать дыхательный центр, действуя непосредственно на ткань мозга.

Резкое усиление потока афферентных импульсов от холодовых и тактильных рецепторов кожи; проприорецепторов, вестибулорецепторов, наступающее в процессе родов и сразу после рождения. Эти импульсы активируют ретикулярную формацию ствола мозга, которая повышает возбудимость нейронов дыхательного центра.

Устранение источников торможения нейронов дыхательного центра. Раздражение жидкостью рецепторов, расположенных в области ноздрей, сильно тормозит дыхание: рефлекс «ныряльщика». Поэтому сразу при рождении головки плода из родовых путей, акушеры удаляют слизь и околоплодные воды из воздухоносных путей.

Таким образом, возникновение первого вдоха – результат одновременного действия ряда факторов. Первый вдох новорожденного характеризуется сильным возбуждением инспираторных мышц, прежде всего диафрагмы.

В 85% случаев первый вдох более глубокий, чем последующие, первый дыхательный цикл более длительный. Происходит сильное снижение внутриплеврального давления, что необходимо для преодоления силы трения между жидкостью, находящейся в воздухоносных путях и их

стенкой, а также для преодоления силы поверхностного натяжения альвеол на границе жидкость - воздух после попадания в них воздуха.

Длительность первого вдоха 0,1–0,4 сек., а выдоха в среднем 3,8 сек. Выдох происходит на фоне суженной голосовой щели и сопровождается криком. Объем выдыхаемого воздуха меньше, чем вдыхаемого, что обеспечивает начало формирования ФОЕ, которая увеличивается от вдоха к вдоху. Аэрация легких обычно заканчивается ко 2- 4 дню после рождения. ФОЕ в этом возрасте составляет около 100 мл. С началом аэрации начинает функционировать малый круг кровообращения. Жидкость, оставшаяся в альвеолах, всасывается в кровеносное русло и лимфу.

У новорожденных ребра расположены с меньшим наклоном, чем у взрослых, поэтому сокращения межреберных мышц менее эффективно изменяют объем грудной полости. Спокойное дыхание у новорожденных является диафрагмальным. Инспираторные мышцы работают только при крике и одышке.

Новорожденные всегда дышат носом. Частота дыхания вскоре после рождения в среднем около 40 в минуту. Воздухоносные пути узкие, их аэродинамическое сопротивление в 8 раз выше, чем у взрослых. Легкие мало растяжимы, податливость стенок грудной полости высокая, результатам этого являются низкие величины эластической тяги легких.

Для новорожденных характерен относительно небольшой резервный объем вдоха и относительно большой резервный объем выдоха. Дыхание нерегулярно, серии частых дыханий чередуются более редкими, 1-2 раза в минуту возникают глубокие вздохи. Могут наступать задержки дыхания на выдохе (апноэ) до 3 и более секунд.

У недоношенных может наблюдаться дыхание типа Чейн-Стокса. Деятельность дыхательного центра координируется с активностью центров сосания и глотания. При кормлении частота дыхания обычно соответствует частоте сосательных движений.

Возрастные изменения дыхания

После рождения до 7-8 лет идут процессы дифференцировки бронхиального дерева и увеличения количества альвеол, особенно в первые три года. В подростковом возрасте происходит увеличение объема альвеол.

Минутный объем дыхания увеличивается с возрастом в 10 раз. Для детей в целом характерен высокий уровень вентиляции легких, приходящийся на единицу массы тела (относительный минутный объем дыхания). Частота дыхания с возрастом уменьшается, особенно в течение первого года после рождения. С возрастом ритм дыхания становится более стабильным. У детей длительность выдоха и вдоха

почти равна. Увеличение продолжительности выдоха у большинства людей происходит в подростковом возрасте.

С возрастом совершенствуется деятельность дыхательного центра; развиваются механизмы, обеспечивающие четкую смену дыхательных фаз. Постепенно формируется способность детей к произвольной регуляции дыхания. С конца первого года жизни дыхание участвует в речевой функции

ДЫХАНИЕ ПРИ ПОНИЖЕННОМ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

При подъеме на высоту человек оказывается в условиях пониженного атмосферного давления. Следствием понижения атмосферного давления является гипоксия, которая развивается в результате низкого парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе.

При подъеме на высоту 1,5-2 км над уровнем моря не происходит значительного изменения снабжения организма кислородом и изменения дыхания. На высоте 2,5- 3 км парциальное давление кислорода в альвеолах равно 60 мм.рт.ст., что обеспечивает насыщение гемоглобина кислородом до 90%.

На высоте 4-5 км из- за выраженного снижения PO_2 развивается гипоксия. Наблюдается увеличение вентиляции легких, вызванное стимуляцией каротидных хеморецепторов. Одновременно происходит повышение артериального давления и увеличение частоты сердечных сокращений. Все эти реакции направлены на усиление снабжения тканей кислородом. Однако, усиление дыхания ведет к развитию гипокэпнии, при этом ослабевают возбуждение дыхательного центра, и, как следствие, уменьшается вентиляция легких. Развивается высотная (горная) болезнь, которая характеризуется: слабостью, цианозом, снижением частоты сердечных сокращений, артериального давления, головными болями, снижением глубины дыхания. На высоте свыше 7 км могут наступить опасные для жизни нарушения дыхания, кровообращения и потеря сознания. Особенно большую опасность представляет быстрое развитие гипоксии, при котором потеря сознания может наступить внезапно.

Дыхание чистым кислородом через загубник или маску позволяет сохранить нормальную работоспособность даже на высоте 11- 12 км. На больших высотах даже при дыхании чистым кислородом его парциальное давление в альвеолярном воздухе оказывается ниже, чем в норме. Поэтому полеты на такие высоты возможны только в герметизированных кабинах или скафандрах, где поддерживается достаточно высокое атмосферное давление.

Длительное пребывание в условиях низкого атмосферного давления, например, жизнь, в горных местностях сопровождается

акклиматизацией к кислородному голоданию, которая проявляется в следующем:

- происходит увеличение количества эритроцитов в крови в результате усиления эритропоэза;
- повышается содержание гемоглобина в крови и, следовательно, увеличивается кислородной емкости крови;
- увеличивается вентиляция легких;
- увеличивается диссоциация оксигемоглобина в тканевых капиллярах, в результате сдвига кривой диссоциации вправо из-за увеличения содержания в эритроцитах 2,3-глицерофосфата;
- повышается плотность кровеносных капилляров в тканях, увеличением их длины и извилистости;
- повышается устойчивость клеток, особенно нервных, к гипоксии и др.

ДЫХАНИЕ ПРИ ПОВЫШЕННОМ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Под повышенным давлением воздуха человеку приходится находиться во время водолазных и кессонных работ. При погружении под воду через каждые 10 м давление воды на поверхность тела увеличивается на 1 атм., следовательно, на глубине 90 м на человека действует давление около 10 атм.

При погружении под воду в водолазных костюмах человек может дышать только воздухом под соответствующим погружению повышенным давлением. В этих условиях увеличивается количество газов, растворенных в крови, кислорода и особенно азота. Поэтому при погружении на большие глубины для дыхания применяются гелиево-кислородные смеси. Гелий почти нерастворим в крови и при дыхании им снижается сопротивление дыханию. Кислород добавляют к гелию в такой концентрации, чтобы его парциальное давление на глубине (т. е. при повышенном давлении) было близким к тому, которое имеется в обычных условиях.

После работ на больших глубинах специального внимания требует переход человека от высокого давления к нормальному. При быстрой декомпрессии, например, при быстром подъеме водолаза, физически растворенные в крови и тканях газы значительно больше обычного, не успевают выделиться из организма и образуют пузырьки. Кислород и углекислый газ представляют меньшую опасность, т. к. они быстро связываются кровью и тканями. Особую опасность представляет образование пузырьков азота, которые разносятся кровью и

закупоривают мелкие сосуды (газовая эмболия), что сопряжено с большой опасностью для жизни. Состояние, возникающее при быстрой декомпрессии, называется кессонной болезнью, она характеризуется болями в мышцах, головокружением, рвотой, одышкой, потерей сознания, а в тяжелых случаях могут возникать параличи. При появлении признаков кессонной болезни необходимо немедленно вновь подвергнуть пострадавшего действию высокого давления (такого, с которого он начинал подъем), чтобы вызвать растворение пузырьков азота, а затем декомпрессию производить постепенно.

При некоторых заболеваниях применяется метод лечения при повышенном давлении - гипербарическая оксигенация, что обеспечивает повышение доставки кислорода тканям. Человека помещают в специальную барокамеру, где давление кислорода повышено до 3-4 атм. При таком давлении резко увеличивается количество кислорода, физически растворенного в крови и тканях. В таких условиях кислород переносится кровью в достаточном количестве даже без участия гемоглобина, т. к. высокое напряжение кислорода в крови создает условия для быстрой его диффузии к клеткам.

Роль дыхания в формировании речи

Дыхательная система человека помимо своей основной функции-обеспечение газообмена в легких, принимает непосредственной участие в создании звуков речи. Звуковая речь образуется при преобразовании части кинетической энергии воздушных потоков в дыхательных путях в акустическую энергию.

Основными способами создания акустических эффектов является или прерывание воздушной струи ритмически смыкающимися и размыкающимися голосовыми связками, ведущее к возникновению тональных звуков, или же возбуждение шумовых звуков при протекании воздуха с достаточно большой скоростью через сужения, образуемые в том или ином месте по ходу верхних дыхательных путей.

Как дыхательная система, так и подвижные элементы верхних дыхательных путей, принимающие участие в речеобразовании-артикуляторы, приводятся в действие многими мышцами, которые являются исполнительными органами.

Необходимость одновременного обеспечения функций легочного газообмена и создания определенных акустических эффектов и определяет своеобразие картины речевого дыхания. Равномерные циклы нормального дыхания характерным образом преобразуются при речи. Перед началом произнесения фразы возникает более глубокий вдох. Фраза произносится на выдохе. Речевой выдох произносится в основном через рот, лишь небольшие порции воздуха выходят через носовые отверстия.

На работу дыхательного центра речи оказывают влияния расположенные на высоких уровнях ЦНС нервные механизмы, производящие синтез и организующие реализацию речевой программы.

Органы, участвующие в речеобразовании, делятся на две группы:

- 1) органы дыхания (легкие с бронхами и трахеей);
- 2) органы непосредственно участвующие в звукообразовании.

Среди последних выделяют активные (подвижные), способные менять объем и форму речевого тракта и создавать препятствие для выдыхаемого воздуха, и пассивные (неподвижные), лишенные этой способности. К активным относят гортань, глотку, мягкое небо, язык, губы, к пассивным - зубы, твердое небо, полость носа и придаточные пазухи.

Все эти образования можно представить как три взаимосвязанных отдела речеобразовательного аппарата: генераторный, резонаторный, энергетический. Различают два генератора- тоновый (гортань) и шумовой (за счет создания щелей в полости рта); два модулирующих резонатора- рот и глотка и один немодулирующий резонатор- носоглотка с придаточными полостями; два энергодатчика- дыхательные мышцы и гладкие мышцы трахеобронхиального дерева.

Акустические сигналы речи обладают двумя независимыми переменными параметрами: информация о высоте звука и его фонемном составе. Эти параметры обеспечиваются разными механизмами. Первый контролирует высоту звука и называется фонацией, локализован в гортани, его физической основой является колебание связок. Второй - артикуляция, работает в голосовом тракте. Физической основой является резонанс полых пространств. При шепоте нет звукового тона, фонация отсутствует и речь обеспечивается только механизмами артикуляции.

Немаловажное значение в звукообразовании имеют сосудистые реакции в слизистых дыхательных путей и голосового аппарата. От состояния кровенаполнения данных отделов зависит резонаторная функция. Увеличение кровенаполнения приводит к изменению тембра голоса.

Существует несколько видов нарушения речеобразования:

- палатолалия - нарушение фонации, связанное с расщелиной твердого неба;
- глоссолалия - артикуляционные расстройства при аномалиях строения и функции языка;

- дислалия - нарушение артикуляции при неправильном строении зубов и их расположения в альвеолярных дугах, особенно передней группы (резцы, клыки).

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

В процессе жизнедеятельности организм непрерывно расходует энергию: на синтез различных соединений, на совершение мышечной работы, на осуществление дыхания, пищеварения, кровообращения, на поддержание температуры тела, на преодоление осмотических сил во время секреторных и выделительных процессов, на поддержание мембранных потенциалов и т. д.. Эту энергию клетки получают из белков, жиров и углеводов пищи. Все превращения веществ связаны с энергетическими превращениями. В процессе обмена веществ сложные органические вещества с большим содержанием энергии превращаются в результате окислительных процессов в менее сложные вещества, при этом происходит освобождение энергии, которая переходит из одного вида в другой. В конечном итоге все виды энергии переходят в тепловую; часть энергии сразу выделяется в виде тепла – первичное тепло, после использования АТФ часть энергии трансформируется во вторичное тепло.

Разработка основных норм питания разных групп населения.

Физиологические нормы питания для различных возрастных и профессиональных групп населения *дифференцированы* в зависимости от:

- пола;
- возраста;
- состояния здоровья;
- профессии;
- климатических условий

Особенность: у женщин учитывают состояние беременности и лактации.

Профессия: используется лечебно- профилактическое питание для работающих с вредными производственными факторами. Применяют продукты (молоко, вареные свекла, морковь; творог, сыр, соки), которые либо снижают действие вредного фактора, либо способствуют его быстрому выведению из организма.

Состояние здоровья:

- *лечебное питание:* в стационарах, 15 столов (диет).

- *диетическое питание*: для людей, страдающих хроническими заболеваниями вне обострения. Ограничение продуктов, блюд, формы приготовления.

Исследование энергетического обмена в клинике.

Для диагностики и прогноза заболевания, наблюдения за его течением и эффективностью лечебных мероприятий.

Исследование энергетического обмена при физической нагрузке позволяет выявить функциональную недостаточность сердечно-сосудистой и дыхательной системы, которая не обнаруживается в состоянии покоя.

Исследование энергетического обмена у реконвалесцентов может служить основанием для определения времени восстановления работоспособности.

У спортсменов позволяет выявить эффективность тренировки, предельных возможностей спортсмена.

Приход и расход питательных веществ.

Приход – суточный рацион питания.

Расход:

на обеспечение пластических процессов: рост и обновление клеточных элементов тканей.

энергетическое обеспечение физиологических процессов: электрических, химических, осмотических, механических.

Суточная потребность: определяется физиологическими нормами питания для различных возрастных и профессиональных групп населения.

У адекватно питающегося взрослого человека с достаточной двигательной активностью обычно имеет место энергетическое равновесие: поступление в организм энергии соответствует ее расходу.

Методы физиологической калориметрии

Методы оценки энергетического баланса основаны на двух принципах:

- прямого измерения количества выделившегося тепла (прямая калориметрия);

- непрямого измерения – путем определения количества поглощаемого кислорода и выделяемого углекислого газа (непрямая калориметрия).

Прямая калориметрия:

- водяная;
- воздушная;
- изотермическая;
- компенсационная.

Непрямая калориметрия:

- метод Крога;
- метод Шатерникова;
- метод Дугласа-Холдейна.

НЕПРЯМАЯ (КОСВЕННАЯ) КАЛОРИМЕТРИЯ

Не проводится теплоизмерение, осуществляется газовый анализ: определяется химический состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха с помощью газоанализаторов.

На основании *газоанализа* определяют:

Объем потребленного организмом кислорода;

Объем выделенного из организма углекислого газа.

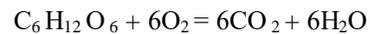
Показатели косвенно отражают интенсивность окислительных процессов. На основании полученных данных рассчитывают **дыхательный коэффициент**.

$$ДК = \frac{V_{CO_2}}{V_{O_2}}$$

Дыхательный коэффициент: это отношение выделенного углекислого газа к объему потребленного организмом кислорода.

Значение этого показателя зависит от того, какие вещества и в каком количестве окисляются в организме.

При окислении *углеводов* ДК=1, так как



$$ДК = 6:6 = 1.$$

При окислении *белков* ДК=0,8; *жиров* ДК=0,7.

В организме осуществляется смешанный тип окисления и результирующая сумма ДК зависит от количественного соотношения 3-х типов реакций.

Так как человек находится на смешанном питании в стандартных условиях $DK=0,85-0,86$.

Определение калорической стоимости кислорода.

Калорическая стоимость кислорода – это количество тепловой энергии в ккал, выделяемой из организма при потреблении 1 л кислорода.

Данный показатель зависит от дыхательного коэффициента и определяется по специальным таблицам, где каждому значению ДК соответствует значение калорической стоимости кислорода.

Например: $DK=0,8$; $KC=4,801$ ккал.

$DK=0,9$; $KC=4,924$ ккал.

Таким образом, данные газоанализа переводят в тепловые единицы.

Объем кислорода, потребленный организмом в единицу времени (сутки, час, минута).

Появляется возможность определить количество тепла, выделенного организмом в единицу времени. Используется табличная калорическая стоимость кислорода и умножается на объем кислорода.

МЕТОДЫ КОСВЕННОЙ КАЛОРИМЕТРИИ

1. Методы закрытых систем.

Используются замкнутые камеры, в которые помещается исследуемый объект. Температура постоянная = $18-20^{\circ}C$. Постоянная влажность. В камеру подается кислород, прибор показывает расход кислорода. Из камеры удаляется отработанный воздух, проходит через фильтры поглотителей. Прибор поглотителя углекислого газа покажет объем газа, выделенного из организма.

Метод Шатерникова в клинике не используется.

Метод Круга.

Круг предложил метаболиметр. Дыхательный коэффициент не определяется, для анализа используется стандартная величина $DK=0,86$; т.е. допускается, что пациент находится на смешанном питании.

В ходе дыхания часть кислорода, который находится в метаболиметре, поглощается организмом. Выдыхаемый воздух поступает в

метаболизм и поглощается натронной известью, следовательно, в метаболизме поддерживается низкая концентрация углекислого газа, что не делает воздух вредным для здоровья и дыхания.

Через несколько минут происходит опускание верхнего цилиндра, так как уменьшается объем кислорода. На специальной шкале можно определить объем кислорода, потребленного организмом. Объем углекислого газа не определяется, так как значение ДК принимают стандартное.

2. Методы открытых систем.

Метод называется *Дугласа – Холдейна*.

Для забора выдыхаемого воздуха используется мешок Дугласа. Испытуемый вдыхает воздух атмосферы, а отработанный воздух поступает в мешок. Через несколько минут выдыхаемый воздух поступает в газоанализатор, который выдает информацию о содержании кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе.

Содержание кислорода и углекислого газа в атмосфере постоянно, следовательно, по изменениям концентраций кислорода и углекислого газа вычисляется объем потребленного кислорода и выделенного углекислого газа в единицу времени. Дальнейший расчет проводится по схеме. Им пользуются все клиники, где имеются больные с нарушениями энергетического обмена.

Основной обмен и факторы, влияющие на его величину

Основной обмен - это физиологический показатель, отражающий уровень энергетических процессов в стандартных условиях, которые максимально приближены к состоянию функционального покоя организма.

Косвенно отражает интенсивность обмена энергии в условиях мышечного и психического покоя. Это минимальный уровень энергетических затрат: базальный уровень энергетического обмена.

Для *определения основного обмена* необходимо выполнение **5 условий**:

Время - исследование проводится утром до 9 часов после сна.

Натощак, так как прием и действие пищи вызывает интенсификацию энергетических процессов: специфически динамическое действие пищи (СДД).

1. Температура комфорта в помещении: 18-20° С.

Исследование проводится лежа, т.е. в состоянии мышечного покоя.

Предварительно исключается прием фармакологических препаратов, влияющих на энергетические процессы; а также наркотических веществ.

В данных условиях у здорового взрослого человека основной обмен составляет от 1600 до 1800 ккал. Допустимые колебания + 10%.

Факторы, определяющие потребность организма в энергии.

Уровень обменных процессов, направленных на сохранение постоянства внутренней среды организма и самообновление его морфологических структур.

Расход энергии на питание, адаптацию организма к меняющимся условиям окружающей среды, на трудовую деятельность и активный отдых.

$$Q = \text{ОО} + \text{МД} + \text{СДД}.$$

Q – энерготраты;

ОО – основной обмен;

МД – мышечная деятельность;

СДД – специфическое динамическое действие пищи.

Затраты энергии в условиях основного обмена.

Химические процессы в организме.

Механическая работа, выполняемая отдельными органами:

сердце;

дыхательная система (дыхательные мышцы);

кровеносные сосуды;

кровеносные сосуды;

кишечник.

Постоянная деятельность железисто- секреторного аппарата.

ФАКТОРЫ, ПОВЫШАЮЩИЕ ОСНОВНОЙ ОБМЕН

Внешние факторы:

Мышечная работа;

Изменение температуры окружающей среды;

Процессы переваривания и усвоения пищи;

Нервно-эмоциональное напряжение;

Условно-рефлекторная деятельность и другие нервные влияния;

Эндокринные заболевания.

Внутренние факторы:

Возраст;

Масса тела (вес);

Рост;

Пол.

Совокупность основного обмена и энергетических трат организма, обеспечивающих его жизнедеятельность в условиях терморегуляторной, эмоциональной, пищевой и рабочей нагрузок называют **рабочим обменом**.

Терморегуляторное повышение интенсивности обмена веществ и энергии развивается в условиях охлаждения и может достигать 300%.

При эмоциях увеличение расхода энергии у взрослого человека составляет 40-90% от уровня основного обмена и связано главным образом с вовлечением мышечных реакций – фазных и тонических.

Во время сна уровень метаболизма на 10-15% ниже, чем в условиях бодрствования, что обусловлено расслаблением мышц, снижением тонуса симпатической нервной системы, снижением выработки гормонов надпочечников и щитовидной железы, увеличивающих катаболизм.

Специфическое динамическое действие пищи представляет собой повышение расхода энергии, связанное с превращением питательных веществ в организме, после их всасывания из пищеварительного тракта. Так прием белковой пищи увеличивает обмен на 30-40%, а при питании жирами и углеводами обмен увеличивается на 4-15%.

РЕГУЛЯЦИЯ ОБМЕНА ЭНЕРГИИ

На уровне отдельных клеток и органов можно обнаружить наличие местных механизмов регуляции процесса энергообразования. Так, при повышении активности и расхода энергии в клетках организма накапливается АДФ и неорганический фосфат, образующийся при расщеплении молекулы АТФ. Повышение концентрации АДФ является фактором, ускоряющим ресинтез АТФ. Неорганический фосфат играет роль сигнального фактора, который по принципу обратной связи активизирует пластические процессы клетки. В результате при

длительном повышении нагрузки увеличивается синтез структур и растут функциональные возможности клетки.

Регуляция процессов в целом организме осуществляется вегетативной нервной и эндокринной системами. В гипоталамусе расположены центры голода, жажды, пищевого и питьевого насыщения; раздражение «эрготропных» и «трофотропных» зон гипоталамуса может приводить к значительному преобладанию соответственно катаболических или анаболических процессов.

Гормоны гипоталамуса, гипофиза, поджелудочной и других эндокринных желез оказывают влияние как на рост, размножение. Развитие организма, так и на соотношение процессов анаболизма и катаболизма.

Лимбическая кора больших полушарий способствует вегетативному, в том числе метаболическому обеспечению эмоциональных реакций. Новая кора может быть субстратом для выработки индивидуальных механизмов регуляции – условных рефлексов.

ФИЗИОЛОГИЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИИ

Терморегуляция – физиологическая функция поддержания постоянства температуры тела с помощью теплопродукции и теплоотдачи.

Классификация организмов по способу поддержания температуры тела:

1. Пойкилотермные (холоднокровные) – это животные, температура тела которых колеблется в зависимости от температуры окружающей среды. Для повышения температуры тела они используют внешние источники тепла, обычно имеют высокую теплопроводность тела.

2. Гомойотермные (теплокровные) – млекопитающие и в том числе человек, птицы, способные к изотермии: поддержанию постоянной температуры «ядра» тела при значительных колебаниях температуры среды. Они имеют мощные внутренние источники тепла и хорошую теплоизоляцию тела.

3. Гетеротермия – суточные или сезонные отклонения температуры, превышающие $\pm 0,5^\circ \text{C}$; характерна для зверей, впадающих в спячку и некоторых птиц. У человека гетеротермия имеется у новорожденных, у взрослых – во время фазы быстрого сна.

Живой организм продуцирует тепло, которое идет на нагревание тела. В норме в состоянии покоя скорость продукции тепла равна скорости ее потери – это **тепловой баланс**. Температура оказывает существенное влияние на протекание жизненно-важных процессов в организме. В основе влияния лежит изменение скорости протекания химических реакций превращения веществ: при нагревании – скорость увеличивается, при охлаждении – снижается.

Зависимость скорости химических реакций количественно выражается **законом Вант-Гоффа-Аррениуса**: повышение или понижение температуры ткани на 10 градусов соответственно повышает или снижает скорость химических процессов в 2-3 раза.

Температура тканей организма определяется соотношением скорости метаболической теплопродукции их клеточных структур и скорости рассеивания образующейся теплоты в окружающую среду.

Условно человека можно разделить на:

1. поверхностную оболочку: поверхностно расположенные ткани, подверженные большим колебаниям температуры;
2. гомойотермное ядро: внутренние ткани и органы.

У человека средняя температура мозга, крови, внутренних органов составляет 37 градусов. Предел колебаний этой температуры 1, 5 градуса. При изменении температуры крови и внутренних органов у человека на 2-2,5 градуса происходит нарушение физиологических функций, а температура 43 градуса несовместима с жизнью, нижняя летальная температура составляет 19-23 градуса.

Циркадные ритмы – околосуточные колебания температуры в пределах 1 градуса: минимальная температура наблюдается в предутренние часы (3-4 часа), максимальная – в дневное время (17-18 часов).

Температурные градиенты – разность температур в различных участках тела:

1. кожно-температурный градиент (3-4 градуса для верхних конечностей, 5 градусов для нижних конечностей);
2. в левой подмышечной впадине температура выше, чем в правой;
3. ректальная температура выше в среднем на 0,5 – 1градус.

Ведущим фактором, определяющим уровень теплового баланса, является температура окружающей среды.

Терморцепторы.

Терморцепторы расположены на различных участках кожи, во внутренних органах, в сосудах, в центральной нервной системе. Больше всего терморцепторов располагается на коже головы (лицо) и шеи. Различают центральные (информация о температуре ядра – внутренних органов) и периферические терморцепторы кожи. Различают холодные и теплые терморцепторы.

Холодовые терморецепторы располагаются поверхностно – 0,17 мм от поверхности кожи, общее количество 250 тысяч – это колбы Краузе.

Тепловые терморецепторы расположены глубже (0,3 мм) в количестве 30 тысяч – это тельца Руффини.

Информация от терморецепторов кожи по нервным волокнам поступает сначала в спинной мозг, а затем в головной мозг с различной скоростью. Высшие отделы ЦНС формируют тепловое ощущение (тепло, холодно, температурный комфорт, температурный дискомфорт).

Периферические терморецепторы информируют организм о температуре окружающей среды, а центральные – о температуре самого организма.

Высшими отделами терморегуляции являются специализированные структуры мозга, объединенные в центр терморегуляции, который является управляющим устройством, работающим по принципу регуляции по возмущению или по прогнозированию – условные рефлексы.

Центр терморегуляции располагается в гипоталамусе, является распределенной системой, в которой условно можно выделить три части:

1. термочувствительная область;
2. термоустановочная область (установочная точка);
3. центр теплопродукции и теплоотдачи.

Регуляция температуры осуществляется изменением теплопродукции, либо теплоотдачи.

Механизмы теплопродукции.

Классификация механизмов теплопродукции:

1. **Сократительный термогенез** – продукция тепла в результате сокращения скелетных мышц:
 - а) произвольная активность локомоторного аппарата (двигательная активность);
 - б) терморегуляционный тонус;

в) холодная мышечная дрожь или произвольная ритмическая активность скелетных мышц.

2. Несократительный термогенез – продукция тепла в результате активации гликолиза, гликогенолиза и липолиза:

а) в скелетных мышцах;

б) в печени;

в) в буром жире;

г) за счет специфически динамического действия пищи (СДД).

Сократительный термогенез.

При сокращении мышц возрастает расщепление АТФ и увеличивается поток вторичной теплоты, идущей на согревание тела. В условиях низкой температуры среды необходимо движение, за счет которого теплопродукция может возрасти в 3-5 раз.

Терморегуляционный тонус является аналогом поско-мышечного тонуса, характеризуется повышением электрической активности мышц. Он возникает не во всех мышцах, а в основном в мышцах шеи и головы, характеризуется асинхронным сокращением отдельных двигательных единиц, при этом создается впечатление тонического напряжения (ТН возникает на 20-45%).

При резком охлаждении включается особый процесс – холодовая дрожь: произвольная ритмическая активность поверхностно расположенных мышц (вначале мышц головы, шеи, затем туловища и конечностей). При холодной дрожи тоническое напряжение возрастает в 2-3 раза.

Несократительный термогенез.

Несократительный термогенез осуществляется за счет повышения процессов окисления и снижения эффективности сопряжения окислительного фосфорилирования. Отмечается в основном у новорожденных детей. Основным местом продукции тепла являются скелетные мышцы, печень, бурый жир. Бурый жировая ткань обнаруживается вокруг шеи и в межлопаточной области, в средостении по ходу крупных сосудов, в подмышечных впадинах; отличается

большим количеством митохондрий и высокой скоростью окисления жирных кислот с целью получения теплоты (в условиях покоя – 10% тепла), у новорожденных составляет 5% от массы тела.

Механизмы теплоотдачи.

Отдача тепла в окружающую среду осуществляется с помощью 4 основных механизмов:

1. испарение (75-90%);
2. теплопроводение;
3. теплоизлучение (19-20%);
4. конвекция.

Теплопроводение – способ отдачи тепла телу при непосредственном контакте с телом человека. Зависит от температуры и теплопроводности субстрата, контактирующего с телом человека.

Теплоизлучение – отдача тепла с участков кожи, не прикрытых одеждой, осуществляется путем длинноволнового инфракрасного излучения (радиации).

Теплоизлучение зависит от:

1. градиента температуры;
2. площади излучения;
3. количества объектов в среде, поглощающих инфракрасные лучи.

Конвекция – теплоперенос воздуха, который соприкасается с кожей, нагревается, поднимается, а его место занимает новая холодная порция воздуха.

Все механизмы зависят от кожного кровотока и объема циркулирующей крови (ОЦК) – на холоде ОЦК снижается, во время жары – повышается.

Данные механизмы обуславливают теплоотдачу в условиях температурного комфорта.

Испарение – различают 2 вида испарения:

1. неоощущаемая перспирация;
2. оощущаемая перспирация.

Неоощущаемая перспирация – испарение воды со слизистых поверхностей дыхательных путей (около 400 мл) и воды, которая просачивается через эпителий кожного покрова (240 мл), в целом составляет 371 ккал.

Оощущаемая перспирация – отдача тепла путем испарения пота в условиях температурного комфорта и составляет 400-500 мл пота (300 ккал).

В условиях высокой температуры при необходимости объем возрастает до 12 л в сутки. При температуре окружающей среды, превышающей температуру тела, теплоотдача может осуществляться только путем испарения.

Температурная адаптация – это повышение эффективности механизмов защиты от перегревания или переохлаждения при продолжительном пребывании организма (около месяца) в условиях перегревания или переохлаждения.

Тепловая адаптация характеризуется изменением интенсивности потоотделения, причем может увеличиваться в 2 раза. Также уменьшается содержание ионов в поте, увеличивается объем плазмы и содержание в ней белков, что служит защитой от чрезмерного учащения сердцебиения и увеличения периферического кровотока, усиливается жажда.

Холодовая адаптация – адаптация к холоду достигается процессами закаливания за счет постепенного повышения возможностей терморегуляционных механизмов.

Закаливание – это вариант адаптации организма к неблагоприятным метеорологическим факторам.

Для закаливания используют действие естественных факторов:

1. воздух;
2. вода;
3. солнце.

Принципы закаливания:

1. систематичность;
2. постепенность;
3. последовательность;
4. учет индивидуальных особенностей организма;
5. состояние здоровья;
6. комплексность использования закаливающих процедур.

Сущность закаливания заключается в повышении возможностей терморегуляционных механизмов поддерживать температуру тела на постоянном уровне при различных холодных воздействиях на организм.

Закаливание водой.

Наиболее эффективное средство закаливания, главным фактором является температура воды. Различают общие и местные процедуры. К общим процедурам относят: обливание, купание, душ; к местным – обтирание отдельных участков тела, полоскание горла. Водные процедуры лучше проводить утром.

Закаливание воздухом.

Осуществляется действием комплекса факторов:

1. температура;
2. влажность;
3. подвижность воздуха.

Данный вид закаливания тренирует подвижность сосудистых реакций.

Солнечные ванны начинают с 3-5 минут, постепенно доводят экспозицию до 1 часа – двух.

Особенности ротового дыхания.

При ротовом дыхании воздух массой поступает в рот и быстро проходит в нижние дыхательные воздухоносные пути и не успевает согреться, что при форсированном дыхании холодным воздухом

приводит к возникновению простудных заболеваний дыхательных путей. При быстром форсированном дыхании через рот происходит интенсивное испарение влаги со слизистой оболочки, что вызывает сухость во рту, при этом организм может потерять много воды.

При испарении происходит потеря тепла и данный механизм используется организмом для стабилизации температурной константы в условиях высокой температуры окружающей среды за счет увеличения теплоотдачи.

Ротовое дыхание играет существенную роль в речевой деятельности и связано с пищеварительной функцией.

Взаимодействие дыхательной и пищеварительной функций.

Во время акта жевания ротовое дыхание невозможно. При попадании в полость рта излишне горячей пищи выдох через рот способствует ее охлаждению, при попадании холодной пищи задержка дыхания и переключение на носовое дыхание обеспечивают ее согревание. В процессе жевания, когда происходит формирование пищевого комка, частицы пищи могут попадать в дыхательные пути, вызывая мощные защитные рефлексы, и воздух в таких случаях поступает через нос. Процесс взаимодействия пищеварительной и дыхательной функций челюстно-лицевой области возможен благодаря сложным механизмам координационной деятельности ЦНС. В продолговатом мозге расположены центры дыхания и глотания, здесь происходит подавление возбуждения инспираторного отдела дыхательного центра. Кора больших полушарий обеспечивает высший уровень регуляции и координации дыхательной и пищеварительной функций.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ И КУРСОВОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО ФИЗИОЛОГИИ ДЫХАНИЯ И ЭНЕРГООБМЕНА

Понятие об обмене веществ и энергии. Основной обмен, физиологическая характеристика, факторы его обуславливающие. Значение определения основного обмена для клиники. Рабочий обмен. Энергетические затраты организма при разных видах труда. Терморегуляция в организме человека. Пути теплопродукции и теплоотдачи. Влияние температуры, влажности и скорости движения воздуха на процессы теплоотдачи. Терморегуляция у детей. Физиологические основы закаливания.

Дыхание, его основные этапы. Механизм внешнего дыхания. Биомеханика вдоха и выдоха. Давление в плевральной полости, его происхождение, изменение в разные фазы дыхательного цикла. Газообмен в легких. Парциальное давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе и напряжение газов крови. Недыхательные функции легких. Показатели внешнего дыхания, их значение для оценки здоровья разных групп населения.

Особенности дыхания в условиях повышенного барометрического давления. Физиологическое обоснование профилактических и лечебных мероприятий при декомпрессионной болезни. Особенности дыхания в условиях пониженного барометрического давления. Физиологическое обоснование профилактических и лечебных мероприятий при горной болезни. Физиологические особенности дыхания у лиц пожилого возраста. Особенности дыхания при мышечной работе. Нарушение внешнего дыхания при пневмотораксе, клиническое значение. Первый вдох ребенка, причины его возникновения. Особенности дыхания новорожденных. Возрастные изменения.

Транспорт кислорода кровью. Кривая диссоциации гемоглобина, ее характеристика. Факторы, влияющие на ее образование и диссоциацию оксигемоглобина. Транспорт углекислого газа кровью, формы транспорта. Значение карбоангидразы. Регуляция дыхания. Современные представления о структуре и локализации дыхательного центра. Механизмы смены дыхательных фаз. Рефлекторная саморегуляция дыхания. Рефлексы Геринга – Брейера. Особенности регуляции минутного объема дыхания у тренированных и нетренированных лиц.

ПРОФИЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ (ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА)

Ротовое дыхание, его особенности. Роль дыхания в формировании речи. Влияние стоматологических заболеваний на «речеобразовательную» функцию. Функциональные связи процессов дыхания, жевания и глотания.

ВОПРОСЫ К ПРОГРАМИРОВАННОМУ КОНТРОЛЮ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ И ОСНОВНОГО ОБМЕНА»

1. Какие мышцы не относят к экспираторным?
2. Что является движущей силой газообмена в легких является?
3. Как называется количество кислорода, проникающего через легочную мембрану за 1 минуту на 1 мм.рт.ст?
4. Как называется механизм, по которому осуществляется переход газов из альвеол легких в кровь и обратно?
5. Как называется зависимость превращения гемоглобина в оксигемоглобин от напряжения растворенного в крови кислорода?
6. Чем обусловлено отрицательное давление в плевральной полости?
7. Какие процессы не участвуют в переносе кровью кислорода к тканям?
8. Какие объемы не могут быть отнесены к мертвому пространству?
9. От чего зависит кислородная ёмкость крови?
10. К чему приводит дыхание в условиях пониженного атмосферного давления?
11. Какие изменения дыхания возникнут при перерезки выше моста?
12. Где локализуются центральные хеморецепторы, участвующие в регуляции дыхания?
13. Что не является эффекторами в регуляции глубины и частоты дыхания?
14. Благодаря чему сохраняется газовый состав в условиях высокогорья?

15. Какой стимул служит главным в управлении дыханием?
16. В какое время суток температура у здорового человека наибольшая?
17. Укажите приспособительные реакции при действии низкой температуры окружающей среды?
18. Какое значение имеет симпатическая нервная система для терморегуляции?
19. Какие процессы включает процесс дыхания?
20. Что характерно для дыхательного центра?
21. Какую функцию выполняет пневмотаксический центр?
22. Какую функцию в процессах газообмена выполняет фермент карбоангидраза?
23. Чему равна частота дыхания в минуту у взрослого человека в состоянии покоя?
24. Какие методы используются для исследования функции внешнего дыхания?
25. Какие мышцы участвуют в осуществлении спокойного и форсированного вдоха и выдоха?
26. Какие объемы воздуха содержатся в легких после спокойного и форсированного вдоха и выдоха?
27. Какой величине соответствует, в среднем, жизненная емкость легких, дыхательный объем, резервный объем вдоха и выдоха, остаточный объем, общая емкость легких, минимальный объем легких, функциональный объем легких, объем легочной и альвеолярной вентиляции?
28. Какой объем занимает вредное (мертвое) пространство?
29. Каким величинам соответствует минутная вентиляция легких в покое, ходьбе, физической нагрузке (в л.)?
30. Какой величины достигает внутриплевральное давление при спокойном и форсированном вдохе и выдохе?
31. Как меняется дыхание при повышении температуры?
32. Как меняется аэродинамическое сопротивление в воздухоносных путях во время вдоха и выдоха?
33. Какой процентный состав газов (кислород, двуокись углерода) содержится во вдыхаемом, выдыхаемом, альвеолярном воздухе?

-
34. Чему равно напряжение кислорода, двуокиси углерода венозной крови?
 35. Что такое кислородная емкость крови?
 36. Какой объем кислорода содержится в одном литре артериальной и венозной крови в покое?
 37. Какой процесс отражает кривая диссоциации оксигемоглобина?
 38. Какой процесс отражает число Хюфнера?
 39. Какие факторы влияют на образование и диссоциацию оксигемоглобина?
 40. Чему равен коэффициент утилизации кислорода в покое, при тяжелой физической нагрузке?
 41. Какой показатель определяется с помощью оксигемометрии?
 42. Каким состояниям соответствуют термины: гипоксемия, гипокания, гиперкапния, нормоксия, асфиксия, гипоксия, апноэ, гиперпноэ, диспноэ, гаспинг, ортопноэ, гиповентиляция, гипервентиляция?
 43. Какие факторы активируют и инактивируют периферические и центральные хеморецепторы?
 44. Как влияет на активность дыхательного центра движение воздуха в нижних носовых ходах?
 45. Как меняется активность периферических хеморецепторов при раздражении симпатического и парасимпатического отделов нервной системы?
 46. Где находится карбоангидраза?
 47. Как изменяется дыхание при перерезке ЦНС на различных уровнях?
 48. Как изменяется дыхание при деиннервации периферических хеморецепторов?
 49. Как изменяется дыхание при двусторонней ваготомии?
 50. Как изменяется дыхание после ваготомии и разрушения пневмотаксического центра?
 51. Какие рефлексы принимают участие в саморегуляции дыхания?
 52. Какие рецепторы преимущественно активируют дыхательный центр при сокращении инспираторной мускулатуры?
 53. Каковы особенности автоматизма дыхательного центра?

54. Что такое эффект Холдейна?
 55. Во сколько раз отличается диффузионная способность для двуокиси углерода в сравнении с диффузионной способностью для кислорода?
 56. Как изменяется дыхание в условиях повышенного и пониженного атмосферного давления?
 57. Как связана величина дыхательного коэффициента с объемом выдыхаемого углекислого газа и поглощенного кислорода?
 58. Какие параметры учитывает таблица Бенедикта- Гарриса?
 59. Какой из отделов ЦНС играет особую роль в регуляции обмена энергии?
 60. Какие гормоны наиболее выражено усиливают обмен энергии?
 61. Как изменяется величина дыхательного коэффициента во время интенсивной мышечной работы?
 62. Какие из перечисленных веществ являются основными источниками энергии во время напряженного труда?
 63. Что такое дыхательный коэффициент?
 64. Какой величине равен дыхательный коэффициент при преимущественном окислении углеводов, жиров, белков?
 65. Какие методы используют для определения энергообразования в организме?
 66. Какие вещества обладают наибольшим специфически-динамическим действием?
- Какую функцию в процессах газообмена выполняет фермент карбоангидраза?
67. Какие процессы являются источниками тепла в организме человека?
 68. В результате каких процессов образуется первичная теплота?
 69. В результате каких процессов образуется вторичная теплота?
 70. Назовите пути повышения теплопродукции в организме человека?
 71. Назовите физические способы теплоотдачи.
 72. Какова преимущественная локализация холодовых терморцепторов?
 73. Что характерно для "установочной точки терморегуляции"?
 74. Где располагается центр терморегуляции?

-
75. Какие явления будут происходить в организме человека при повышении температуры окружающей среды?
 76. Какие явления будут происходить в организме человека при снижении температуры окружающей среды?
 77. Выберите путь максимальной теплоотдачи?
 78. Где осуществляется максимальная теплопродукция?
 79. Что контролирует соматомоторная нервная система при терморегуляции?
 80. Что контролирует симпатический отдел вегетативной нервной системы при терморегуляции?
 81. На каком участке тела человека самая низкая температура?
 82. Какой орган имеет максимальную температуру?
 83. Какой диапазон соответствует среднему уровню основного обмена у взрослого человека (ккал/сут)?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ПРОГРАМИРОВАННОМУ ТЕСТИРОВАНИЮ

Какие мышцы участвуют в осуществлении спокойного вдоха?

- +диафрагма
- внутренние косые межреберные
- лестничные мышцы
- мышцы брюшного пресса
- ромбовидная

Какова величина давления в плевральной полости?

- выше атмосферного
- +ниже атмосферного
- равно атмосферному

Как изменяется аэродинамическое сопротивление в воздухоносных путях во время вдоха?

- не изменяется
- +уменьшается
- увеличивается

Как изменяется аэродинамическое сопротивление в воздухоносных путях во время выдоха?

- не изменяется
- уменьшается
- +увеличивается

Как меняется давление в альвеолах во время вдоха?

- становится выше атмосферного
- +становится ниже атмосферного
- не изменяется
- становится равным атмосферному
- становится равным нулю

При увеличении объема грудной клетки давление в плевральной полости:

- +уменьшается
- возрастает
- не изменяется

Какие мышцы участвуют в осуществлении форсированного вдоха?

- +диафрагма и наружные косые межреберные
- внутренние косые межреберные и диафрагма
- мышцы брюшного пресса
- мышцы спины
- осуществляется пассивно

Какие мышцы участвуют в осуществлении форсированного выдоха?

- мышцы шеи

- +внутренние межреберные и прямые межреберные мышцы
- наружные косые межреберные и диафрагма
- ромбовидная
- осуществляется пассивно

Какой фактор обеспечивает спокойный выдох?

- сокращение внутренних межрёберных мышц
- сокращение диафрагмы
- +эластическая тяга лёгких
- бронхиальный тонус
- осуществляется пассивно

Какие силы обеспечивают спокойный выдох?

- сокращение внутренних межрёберных мышц
- сокращение диафрагмы
- + эластическая тяга грудной клетки
- бронхиальный тонус
- осуществляется пассивно

Какова функция сурфактанта?

- +уменьшает поверхностное натяжение стенок альвеол
- повышает поверхностное натяжение стенок альвеол
- снижение сопротивления воздухоносных путей
- повышение напряжения кислорода в альвеолярном воздухе

Какова причина уменьшения аэродинамического сопротивления воздухоносных путей на вдохе?

- +увеличение просвета воздухоносных путей
- уменьшение давления в альвеолах
- увеличение давления в альвеолах
- увеличение внутриплеврального давления
- нет правильного ответа

Какова причина увеличения аэродинамического сопротивления воздухоносных путей на выдохе?

- +уменьшение просвета воздухоносных путей
- уменьшение давления в альвеолах
- увеличение давления в альвеолах
- увеличение внутриплеврального давления
- нет правильного ответа

Что такое функциональная остаточная емкость легких?

- объем воздуха в легких после спокойного вдоха
- +объем воздуха в легких после спокойного выдоха
- объем воздуха в легких после форсированного вдоха
- объем воздуха в легких после форсированного выдоха

-объем воздуха в легких при открытом пневмотораксе

Какие дыхательные объемы входят в состав функциональной остаточной емкости легких?

-дыхательный объем и резервный объем выдоха

-резервный объем вдоха и резервный объем выдоха

-жизненная емкость легких и остаточный объем

+остаточный объем и резервный объем выдоха

Что такое общая емкость легких?

-максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть

-максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть

+максимальный объем воздуха, который может находиться в легких

-объем воздуха, который выводится из легких при пневмотораксе

- минимальный объем воздуха, который можно вдохнуть и выдохнуть

Что такое остаточный объем воздуха в легких?

-объем воздуха в легких после спокойного выдоха

+объем воздуха в легких после максимального выдоха

-объем воздуха в легких после спокойного вдоха

-объем воздуха в легких после максимального вдоха

- объем воздуха, который выводится из легких при пневмотораксе

Что такое резервный объем выдоха?

-объем воздуха, выдыхаемый после форсированного выдоха

+объем воздуха, выдыхаемый после спокойного выдоха

-объем воздуха, выдыхаемый после форсированного вдоха

-объем воздуха, выдыхаемый после спокойного вдоха

-объем воздуха, выдыхаемый после задержки дыхания на вдохе

Что такое резервный объем вдоха?

-объем воздуха, вдыхаемый после форсированного выдоха

-объем воздуха, вдыхаемый после спокойного выдоха

-объем воздуха, вдыхаемый после форсированного вдоха

+объем воздуха, вдыхаемый после спокойного вдоха

-объем воздуха, вдыхаемый после задержки дыхания на выдохе

Что такое дыхательный объем?

-объем воздуха, вдыхаемый после максимального выдоха

-объем воздуха, выдыхаемый после максимального вдоха

-объем воздуха, вдыхаемый при физической нагрузке

-объем воздуха, выдыхаемый при физической нагрузке

+объем воздуха, вдыхаемый и выдыхаемый при спокойном дыхании

Что такое жизненная ёмкость лёгких?

-объём воздуха, который можно выдохнуть после спокойного вдоха

-объём воздуха, который остаётся в лёгких после максимального выдоха

+объём воздуха, который можно максимально выдохнуть после максимального вдоха

-объём воздуха, который можно выдохнуть после спокойного вдоха

Какой объём воздуха содержится в лёгких после спокойного выдоха?

-дыхательный объём

-резервный объём вдоха

+ остаточный объём

Какой объём воздуха содержится в лёгких после спокойного выдоха?

-дыхательный объём

-резервный объём вдоха

+резервный объём выдоха

Какой объём воздуха содержится в лёгких после максимального выдоха?

-дыхательный объём

-резервный объём вдоха

-резервный объём выдоха

+остаточный объём

Какие объёмы входят в состав жизненной ёмкости лёгких?

-дыхательный объём, функциональная остаточная ёмкость

-резервный объём вдоха, резервный объём выдоха

+резервный объём выдоха, резервный объём выдоха, дыхательный объём

-остаточный объём резервный объём выдоха, резервный объём выдоха, дыхательный

объём

Что такое функциональное мертвое пространство?

- воздух, находящийся в дыхательных путях, включая полости бронхов

-последняя порция выдыхаемого воздуха

- воздух, участвующий в диффузионном обмене

+объём воздуха, не участвующий в газообмене

- объём воздуха, остающийся в лёгких после максимального вдоха

Объём воздуха, который можно максимально выдохнуть после максимального вдоха называется:

-ёмкость вдоха

+жизненная ёмкость лёгких

-резервный объём выдоха

-функциональная остаточная ёмкость

Количество воздуха, остающееся в лёгких после максимального выдоха, называется:

+остаточный объём

-резервный объём выдоха

-функциональная остаточная ёмкость

-жизненная ёмкость лёгких

Объём воздуха, остающийся в лёгких после спокойного выдоха, называется:

-остаточный объём

+функциональная остаточная ёмкость

-ёмкость выдоха

-жизненная ёмкость лёгких

Как изменится жизненная ёмкость лёгких после физической нагрузки?

-увеличится

-уменьшится

+не изменится

Каким термином обозначают увеличение глубины дыхания?

-эупноэ

+гиперпноэ

-тахипноэ

-ортопноэ

-диспноэ

Каким термином обозначают увеличение частоты дыхания?

-эупноэ

-гиперпноэ

+тахипноэ

-ортопноэ

-диспноэ

Что означает термин "гаспинг"?

-учащение дыхания

-остановка дыхания

-задержка дыхания

+судорожное дыхание

-урежение дыхания

Какому состоянию соответствует термин "гиперпноэ"?

-урежение дыхания

-учащение дыхания

-уменьшение глубины дыхания

+увеличение глубины дыхания

Как называется нормальная вентиляция в покое, сопровождающаяся чувством комфорта?

-апноэ

-диспноэ

+эупноэ	+остановка дыхания
-гиперпноэ	-учащение дыхания
-тахипноэ	Какой метод позволяет определить жизненную емкость легких?
Какой величине (в % от ЖЕЛ) соответствует объем форсированного выдоха?	-пневмотахометрия
-10-20	+спирометрия
-50-60	-пневмография
+70-80	-газовый анализ
-90-100	-оксигеметрия
-110-120	Какой метод позволяет определить резервный объем выдоха?
Как называется неприятное субъективное ощущение недостаточности дыхания или затруднения дыхания?	-пневмотахометрия
-апноэ	+спирометрия
+диспноэ	-пневмография
-эупноэ	-газовый анализ
-гипрепноэ	-оксигеметрия
-тахипноэ	Какой метод позволяет определить резервный объем вдоха?
Какой величине соответствует в среднем частота дыхания в покое?	-пневмотахометрия
-6	+спирография
+16	-пневмография
-26	-газовый анализ
-30	-оксигеметрия
-36	Какой метод позволяет определить дыхательный объем легких?
Какому состоянию соответствует термин "апноэ"?	-пневмотахометрия
-урежение дыхания	+спирография
-периодическое дыхание	-пневмография

-газовый анализ	+на 4-8 мм рт ст ниже атмосферного
-оксигеометрия	-на 20 мм рт ст ниже атмосферного
Какой метод позволяет определить скорость воздушного потока при форсированном выдохе?	-на 4-8 мм рт ст выше атмосферного
+пневмотахометрия	-на 10 мм рт ст выше атмосферного
-спирометрия	Как изменится внутриплевральное давление при максимальном вдохе?
-пневмография	-равно атмосферному
-газовый анализ	-на 4-8 мм рт ст ниже атмосферного
-оксигеометрия	+на 20 мм рт ст ниже атмосферного
Какой метод позволяет определить скорость воздушного потока при форсированном вдохе?	-на 4-8 мм рт ст выше атмосферного
+пневмотахометрия	-на 10 мм рт ст выше атмосферного
-спирометрия	Как изменится внутриплевральное давление при максимальном выдохе?
-пневмография	+равно атмосферному
-газовый анализ	-на 4-8 мм рт ст ниже атмосферного
-оксигеометрия	-на 20 мм рт ст ниже атмосферного
Какой метод позволяет определить минутный объем дыхания?	-на 4-8 мм рт ст выше атмосферного
-пневмотахометрия	-на 10 мм рт ст выше атмосферного
-спирометрия	Какой величине (в об. %) соответствует содержание CO₂ в альвеолярном воздухе?
-пневмография	
+спирография	
-оксигеометрия	
Как изменится внутриплевральное давление при спокойном дыхании?	
-равно атмосферному	

-3,6	-0.9
-4,6	-9.9
+5,6	-10.9
-6,6	+20.9
-7,6	-30.9
Какой величине (в об. %) соответствует содержание O₂ в альвеолярном воздухе?	Какой величине (в об. %) соответствует содержание CO₂ в выдыхаемом воздухе?
-10	-1.5
+14	-2.5
-18	-3.5
-22	+4.5
-26	-5.5
Чему равно напряжение O₂ в венозной крови (в мм рт.ст.)?	Какой величине (в об. %) соответствует содержание O₂ в выдыхаемом воздухе?
-5	-6
-10	+16
-20	-26
-30	-36
+40	-46
Какой величине (в об. %) соответствует содержание CO₂ во вдыхаемом воздухе?	Чему равно напряжение двуокиси углерода в венозной крови (в мм рт.ст.)?
-0.01	-4
+0.03	-14
-0.05	-30
-0.07	+46
-0.09	-100
Какой величине (в об. %) соответствует содержание O₂ во вдыхаемом воздухе?	Чему равен градиент давления (в мм рт.ст.), обеспечивающий газообмен CO₂ в легких?

-1	-уменьшится
+6	-не изменится
-11	Каким термином обозначается увеличение напряжения CO² в крови?
-17	
-23	-гипероксия
	-гипоксемия
Чему равно парциальное давление CO₂ в альвеолярном воздухе (в мм рт.ст.)?	-гипокапния
-20	-нормокапния
+40	+гиперкапния
-60	Механизм, по которому осуществляется переход газов из альвеол легких в кровь и обратно?
-80	
-100	- секреция
Чему равен градиент давления (в мм рт.ст.), обеспечивающий газообмен O₂ в легких?	- активный транспорт
-20	- фильтрация
-40	- осмос
+60	+ диффузия
-80	Чем сопровождается гипервентиляция лёгких?
-100	+уменьшение напряжения углекислого газа в крови и повышение pH крови
Как изменится P_{CO2} в альвеолярном воздухе при гипервентиляции?	-увеличение напряжения углекислого газа в крови
-увеличится	- ничего не изменится
+уменьшится	-снижение pH крови
-не изменится	Чем сопровождается гиповентиляции лёгких?
Как изменится P_{CO2} в альвеолярном воздухе при гиповентиляции?	-уменьшение напряжения углекислого газа в крови
+увеличится	

+увеличение напряжения углекислого газа в крови и снижение рН крови

-повышение рН крови

- не изменится

Какова причина респираторного ацидоза?

+гиповентиляция лёгких

-гипервентиляция лёгких

-пребывание в среде с повышенным содержанием кислорода

Какова причина дыхательного алкалоза?

-нарушение проходимости дыхательных путей

+гипервентиляция лёгких

-пребывание в среде с повышенным содержанием углекислоты

Какие процессы наблюдаются при асфиксии?

-повышение напряжения O_2 и CO_2 в крови

+понижение напряжения O_2 в тканях и повышение напряжения CO_2 в крови

-понижение напряжения O_2 в тканях и CO_2 в крови

-повышение напряжения O_2 в тканях и понижение напряжения CO_2 в крови

Какую функцию в процессах газообмена выполняет фермент карбоангидраза?

+ускоряет образование угольной кислоты

-замедляет диссоциацию угольной кислоты

-ускоряет отщепление CO_2 от гемоглобина

Как называется зависимость превращения гемоглобина в оксигемоглобин от напряжения растворенного в крови кислорода?

+ кривая диссоциации оксигемоглобина

- диффузионная способность легких

- кислородная емкость крови

Какое соединение участвует в переносе кровью кислорода к тканям?

-соединение гемоглобина с углекислым газом

-соединение гемоглобина с водородом

+соединение гемоглобина с кислородом

Какой процесс отражает кривая диссоциации оксигемоглобина?

+превращение оксигемоглобина в дезоксигемоглобин

-превращение дезоксигемоглобина в карбгемоглобин

-превращение дезоксигемоглобина в метгемоглобин

-превращение карбгемоглобина в дезоксигемоглобин

-превращение оксигемоглобина в миоглобин

Какой процесс отражает кривая диссоциации оксигемоглобина?

+превращение дезоксигемоглобина в оксигемоглобин

-превращение дезоксигемоглобина в карбгемоглобин

-превращение дезоксигемоглобина в метгемоглобин

-превращение карбгемоглобина в дезоксигемоглобин

-превращение оксигемоглобина в миоглобин

Где содержится карбоангидраза?

-в стенках альвеол

-в стенках капилляров

-в плазме крови

+в эритроцитах

-в лимфе

Катализ какой реакции осуществляет карбоангидраза?

-гидролиз углеводов

+гидратация CO₂

-образование карбгемоглобина

-превращение оксигемоглобина в дезоксигемоглобин

-превращение дезоксигемоглобина в оксигемоглобин

Какая форма транспорта CO₂ кровью является преобладающей?

-растворённый в плазме

+в виде бикрбонат-иона

-в виде карбаминных соединений

Какую функцию выполняет пневмотаксический центр?

-посылает импульсы в кору больших полушарий

-тонизирует ядро блуждающего нерва

+участвует в организации правильной периодики дыхания

К чему приводит дыхание в условиях пониженного атмосферного давления ?

-гипоксии

-гиперкапнии

-гипокапнии

-гипоксемии

+одновременному развитию гипоксии и гипокапнии

Какие рецепторы, контролируют газовый состав крови, поступающей в большой круг кровообращения?

-бульбарные

+ аортальные

- каротидных синусов

Благодаря чему сохраняется газовый состав в условиях высокогорья?

- снижению кислородной емкости крови

- снижению частоты сокращений сердца

- уменьшению частоты дыхания
- + увеличению количества эритроцитов

Какой стимул оказывает наиболее сильное воздействие на дыхательный центр?

- гипероксический
- гипокапнический
- гипоксемический
- гипоксический
- + гиперкапнический

Что меняется в регуляции дыхания при поражении (удалении) лобных долей коры больших полушарий головного мозга?

- дыхание не изменяется
- дыхание прекращается
- дыхание становится редким
- +нарушается способность произвольного изменения ритма и глубины дыхания

Какие рецепторы воспринимают раздражающее воздействие на стенки воздухоносных путей?

- растяжения
- юкстакапиллярные
- + ирритантные

Как изменится дыхание после разрушения пневмотаксического центра варолиева моста и перерезки блуждающих нервов?

- станет частым

+станет апнейстическим (длительный вдох, короткий выдох)

- станет повырхностным

-не изменится

-станет замедленным

Как изменится дыхание после разрушения пневмотаксического центра варолиева моста и перерезки блуждающих нервов?

-станет частым

+станет апнейстическим (длительный вдох, короткий выдох)

- станет повырхностным

-не изменится

-станет замедленным

Как изменится дыхание после перерезки на уровне между продолговатым и спинным мозгом?

-не изменится

-станет замедленным

+произойдет остановка дыхания

-не изменится

-станет частым

Объясните термин "повышение сродства гемоглобина к кислороду":

+гемоглобин легко присоединяет кислород, но с трудом отдаёт его

-гемоглобин с трудом присоединяет кислород и легко отдаёт его

-гемоглобин легко присоединяет кислород и легко отдаёт его

-гемоглобин с трудом присоединяет кислород и с трудом отдаёт его

Объясните термин "снижение сродства гемоглобина к кислороду":

-гемоглобин легко присоединяет кислород, но с трудом отдаёт его

+гемоглобин с трудом присоединяет кислород, но легко отдаёт его

-гемоглобин легко присоединяет кислород и легко отдаёт его

-гемоглобин с трудом присоединяет кислород и с трудом отдаёт его

Что такое число Хюффнера?

+количество кислорода, которое может быть связано одним граммом гемоглобина

-количество углекислого газа, которое может быть связано одним граммом

гемоглобина

-напряжение кислорода, при котором гемоглобин насыщен кислородом на 98%

Что отражает кривая диссоциации оксигемоглобина?

+зависимость насыщения гемоглобина кислородом от PO_2 крови

-зависимость насыщения гемоглобина кислородом от PCO_2 крови

-зависимость PO_2 крови от PCO_2 крови

-зависимость PO_2 крови от концентрации карбогемоглобина

О чём свидетельствует сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо?

+уменьшение сродства гемоглобина к кислороду

-увеличение сродства гемоглобина к кислороду

-уменьшение сродства гемоглобина к углекислому газу

-увеличение сродства гемоглобина к углекислому газу

О чём свидетельствует сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина влево?

-уменьшение сродства гемоглобина к кислороду

+увеличение сродства гемоглобина к кислороду

-уменьшение сродства гемоглобина к углекислому газу

-увеличение сродства гемоглобина к углекислому газу

Какой фактор повышает сродство гемоглобина к кислороду?

-повышение температуры

+понижение температуры

-повышение концентрации 2,3-дифосфоглицерата

-повышение напряжения CO_2 в крови

Какой фактор вызывает сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина влево?

- повышение температуры
- повышение концентрации 2,3-дифосфоглицерата
- +понижение концентрации 2,3-дифосфоглицерата
- понижение рН в крови
- повышение рСО₂ в крови

Какую зависимость отражает эффект Холдейна?

- + связывание СО₂ кровью и оксигенации гемоглобина
- сродство гемоглобина и кислорода от рСО₂ крови
- сродство гемоглобина и кислорода от рН крови

Начиная с какого значения увеличение РО₂ в крови не будет оказывать существенного влияния на насыщение гемоглобина кислородом?

- 10
- 20
- +60
- 100

Активация каких рецепторов вызывает инспираторно-тормозящий рефлекс Геринга-Брейера?

- периферических хеморецепторов
- центральных хеморецепторов
- +рецепторов растяжения легких

- ирритантных рецепторов легких
- рецепторов растяжения плевры

Какой рефлекс участвует в саморегуляции дыхания?

- рефлекс Ашнера
- +рефлекс Геринга-Брейера
- рефлекс Гольца
- рефлекс Парина
- прессорные рефлекссы

Активация каких рецепторов включает "обратную связь" дыхательной мускулатуры и легких с дыхательным центром?

- +рецепторы растяжения дыхательных мышц и рецепторы растяжения легких
- ирритантные рецепторы
- хеморецепторы каротидного синуса
- интрафузальные волокна
- юкстаальвеолярные рецепторы легких

Как изменится чувствительность хеморецепторов к СО₂ при активации симпатического отдела нервной системы?

- +увеличится
- уменьшится
- не изменится

Как изменится чувствительность хеморецепторов к СО₂ при

активации парасимпатического отдела нервной системы?

- увеличится
- +уменьшится
- не изменится

Как изменится чувствительность хеморецепторов к CO₂ в условиях гипероксии?

- увеличится
- +уменьшится
- не изменится

Аортальные хеморецепторы наиболее чувствительны к:

- +гипоксемии
- гипокапнии
- повышению pH
- гиперкапнии
- гипероксии

Какой параметр внутренней среды организма регулирует минутный объем дыхания у здорового человека?

- pO₂
- +pCO₂
- pN₂
- pH₂S

Как изменится дыхание при попадании воды в нижние носовые ходы?

- дыхание не изменится
- +дыхание угнетается

-дыхание становится глубоким

-дыхание становится частым

-становится частым и поверхностным

Что означает термин "гипероксия"?

-снижение напряжения CO₂ в крови

-повышение напряжения CO₂ в крови

-снижение напряжения O₂ в крови

+повышение напряжения O₂ в крови

-повышение напряжения азота в крови

Как изменяется активность дыхательного центра при действии на рецепторы полости носа воздушного потока?

-возрастает

+снижается

-не изменяется

Центральные хеморецепторы наиболее чувствительны к изменению:

-PO₂ и PCO₂

+pH и PCO₂

-PN₂ и PO₂

Какой рефлекс увеличивает частоту дыхания при гиперпноэ?

-рефлекс Ашнера

+рефлекс Геринга-Брейера

-рефлекс Гольца

-рефлекс Парина

-прессорные рефлекссы

Какова преимущественная локализация рецепторов растяжения лёгких?

-стенка альвеол

+стенка лёгочных воздухоносных путей

-стенка сосудов малого круга кровообращения

Активация каких рецепторов лежит в основе рефлекса Геринга-Брейера?

-ирритантных рецепторов

-юкстакпиллярных рецепторов

+рецепторов растяжения лёгких

-барорецепторов лёгочного ствола

Какие механорецепторы возбуждаются во время глубокого вдоха и вызывают выдох?

+рецепторы растяжения

-проприорецепторы

-j-рецепторы

-ирритантные рецепторы

Какой фактор является адекватным раздражителем j-рецепторов лёгких?

-растяжение бронхов

+повышение гидростатического давления тканевой жидкости

-пыль

-едкие пары

Каротидные хеморецепторы наиболее чувствительны к:

+гипоксемии

-гипокапнии

-повышению рН

-гиперкапнии

-гипероксии

Каковы следствия гипоксемии?

- активация j-рецепторов лёгких?

-активация центральных хеморецепторов

+увеличение частоты дыхания

-уменьшение частоты дыхания

Как влияет гиперкапния на лёгочную вентиляцию?

+повышает

-снижает

-не влияет

Как влияет гипокапния на лёгочную вентиляцию?

-повышает

+снижает

-не влияет

Каковы возможные пути увеличения вентиляции лёгких?

+повышение частоты и глубины дыхания

-увеличение жизненной ёмкости лёгких

-уменьшение остаточного объёма лёгких

Роль апнейстического центра?

- возбуждает смену вдоха на выдох
- тормозит смену вдоха на выдох
- + регулирует смену выдоха на вдох
- не оказывает влияния на периодичность дыхания

Как связана величина дыхательного коэффициента с объемом поглощенного O_2 ?

- прямо пропорционально
- не связана
- + обратно пропорционально

В каком возрасте у человека интенсивность обмена веществ максимальная?

- + в первые годы жизни
- 10-15
- 25-30
- 60-70
- 40-50

У кого из перечисленных ниже людей интенсивность основного обмена,**будет наибольшей?**

- мужчина 60 лет
- женщина 60 лет
- женщина 25 лет
- мужчина 25 лет
- + ребенок 5 лет

Как связана величина дыхательного коэффициента с объемом выделяемого CO_2 ?

- + прямо пропорционально
- не связана
- обратно пропорционально

Как изменится величина дыхательного коэффициента в течение первых минут**после прекращения мышечной работы (средней тяжести)?**

- + увеличится
- уменьшится
- не изменится

Какие из перечисленных веществ являются основными источниками энергии**во время напряженного труда?**

- белки
- жиры
- + углеводы

Какое определение соответствует понятию "дыхательный коэффициент"?

- + отношение объема выдыхаемого CO_2 к объему поглощенного O_2
- отношение объема выдыхаемого CO_2 к объему выдыхаемого O_2
- отношение объема выдыхаемого CO_2 к объему вдыхаемого O_2
- отношение объема поглощенного CO_2 к объему поглощенного O_2
- отношение объема поглощенного CO_2 к объему выдыхаемого O_2

Что такое калорический эквивалент кислорода?

-количество энергии, выработанной при выделении 1л O₂

+количество энергии, выработанной при поглощении 1л O₂

-количество энергии, выработанной при выделении 1л CO₂

-количество энергии, выработанной при поглощении 1л CO₂

-количество выработанной энергии при поглощении 1л O₂ и выделении 1л CO₂

Какие из перечисленных методов используются для определения**энергообразования в организме?**

+калориметрия

-спектроскопия

-пневмотахометрия

-оксигемометрия

-спирография

Какой величине равен дыхательный коэффициент при смешанном питании?

-0.65-0.7

-0.75-0.8

+0.85-0.9

-0.95-1.0

-1.05-1.1

За какой промежуток времени определяется валовый обмен?

-1 ч.

-6 ч.

-12 ч.

-8 ч.

+24 ч.

Какой фактор учитывается в таблице Гарриса-Бенедикта при определении должного**основного обмена?**

+пол

-физическая нагрузка

-эмоциональная нагрузка

-пропорциональность телосложения

-объем грудной клетки

Какой фактор учитывается в таблице Гарриса-Бенедикта при определении должного**основного обмена?**

-физическая нагрузка

-эмоциональная нагрузка

-пропорциональность телосложения

-объем грудной клетки

+возраст

Какой фактор учитывается в таблице Гарриса-Бенедикта при определении должного**основного обмена?**

-физическая нагрузка

-эмоциональная нагрузка

+масса тела

-пропорциональность телосложения

-объем грудной клетки

Какой фактор учитывается в таблице Гарриса-Бенедикта при определении должного

основного обмена?

-физическая нагрузка

+рост

-эмоциональная нагрузка

-пропорциональность телосложения

-объем грудной клетки

Какие методы относятся к непрямой биокалориметрии?

+метод Дугласа-Холдейна

-изотермический метод

-компенсационный метод

-метод Крога

Какие пищевые вещества обладают наибольшим специфически динамическим

действием?

+белки

-жиры

-углеводы

На какие процессы затрачивается энергия основного обмена?

-специфически-динамическое действие пищи

-физическая нагрузка

+кровообращение

-эмоциональная нагрузка

Какой принцип лежит в основе прямой биокалориметрии?

+определение количества тепла, выделенного организмом за единицу времени

-определение количества тепла, поглощённого организмом за единицу времени

-определение количества кислорода, поглощённого за единицу времени и углекислого

газа, выделенного за единицу времени

- определение количества углекислого газа, выделенного за единицу времени

- определение количества кислорода, поглощённого за единицу времени

Как называется совокупность процессов биосинтеза органических веществ?

-метаболизм

+анаболизм

-катаболизм

-гомеостаз

-гомеокинез

Как называется совокупность процессов расщепления веществ до конечных

продуктов распада с образованием макроэргических и восстановленных

соединений?

-метаболизм

-анаболизм

+катаболизм

-гомеостаз

-гомеокинез

Анаболизм - это?

-метаболизм

+пластический обмен

-энергетический обмен

-диссимиляция

Катаболизм - это?

-метаболизм

-пластический обмен

+энергетический обмен

-ассимиляция

Как влияет специфически динамическое действие пищи на процессы

энергообмена?

-угнетает

+усиливает

-не влияет

Что такое валовый обмен?

-количество выделенной энергии

-количество запасенной энергии

+сумма внешней работы, тепловых потерь и запасенной энергии за сутки

-сумма выделенной и запасенной энергии за сутки

-сумма внешней работы, тепловых потерь и запасенной энергии за час

Первичная теплота образуется в результате:

+окисления глюкозы

-синтеза белка

-распада АТФ

Вторичная теплота образуется в результате:

-окисления глюкозы

-синтеза белка

+распада АТФ

Назовите путь повышения теплопродукции в организме человека?

+недрожательный термогенез

-испарение

-конвекция

-излучение

Назовите путь повышения теплопродукции в организме человека?

-произвольные мышечные сокращения

-испарение

-конвекция

-излучение

+непроизвольные мышечные сокращения

Назовите путь повышения теплопродукции в организме человека?

+произвольные мышечные сокращения

-испарение

-конвекция

-излучение

Назовите физический способ теплоотдачи, который происходит с затратой энергии:

-проведение

-конвекция

-излучение

+испарение

-дрожательный термогенез

Какова преимущественная локализация холодовых терморцепторов?

-продолговатый мозг

-гипоталамус

+кожа

-кости

- стенки сосудов

Где располагается центр терморегуляции?

+гипоталамус

-продолговатый мозг

-красные ядра

-мозжечок

- базальные ядра

Какие явления будут происходить в организме человека при снижении температуры окружающей среды?

+сужение сосудов кожи и увеличение теплопродукции

-расширение сосудов кожи

-усиление потоотделения

-увеличение теплоотдачи

- понижение уровня основного обмена

Выберите путь максимальной теплоотдачи?

-органы дыхания

-желудочно-кишечный тракт

-почки

+кожа

Где осуществляется максимальная теплопродукция?

-в печени

-в лёгких

-в коже

+в мышцах

-в щитовидной железе

С какими факторами связан сократительный термогенез?

+с изменением тонуса и фазических сокращений скелетных мышц

-с изменением активности гладких мышц желудочно-кишечного тракта

-с кожным кровотоком

-с работой дыхательных мышц

-с работой внутренних органов

На каком участке тела человека самая низкая температура?

-в области лба

-в области голени

-в подмышечной впадине

+на коже пальцев ног

-в области плеча

Какой орган имеет максимальную температуру?

+печень

-головной мозг

-желудок

-спинной мозг

Какой диапазон соответствует среднему уровню основного обмена у взрослого человека?

-200-400 ккал/сут

-600-800 ккал/сут

-1000-1200 ккал/сут

+1600-1800 ккал/сут

В какое время суток температура у здорового человека наибольшая?

- 4 - 5 час. утра

- 12-13 час.

+16-18 час.

- 22- 24 час.

- 8-10 час утра

Укажите приспособительные реакции при действии низкой температуры

окружающей среды?

- снижение тонуса скелетных мышц

+ повышение тонуса скелетных мышц и мышечная дрожь

- расширение поверхностных сосудов

Как влияет повышение активности симпатической нервной системы на процессы терморегуляции?

- вызывает расширение сосудов

+суживает сосуды кожи и усиливает окислительные процессы

- тормозит окислительные процессы

- вызывает гипергликемию

- вызывает гипогликемию

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ ПО ТЕМЕ «ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ И ОСНОВНОГО ОБМЕНА»

РАБОТА №1: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕГОЧНЫХ ОБЪЕМОВ МЕТОДОМ СПИРОМЕТРИИ»

Для определения легочных объемов используют водяной спирометр Гутчинского.

Определение жизненной емкости легких: спирометр приводят в нулевое положение. Испытуемый становится перед спирометром, выпрямляется, делает 2-3 глубоких вдоха и выдоха и, наконец, вдохнув максимально глубоко, делает максимальный выдох в спирометр через мундштук, напрягая все дыхательные мышцы, включая брюшной пресс. Выдох производится медленно, без рывков.

Определение дыхательного объема: спирометр приводят в нулевое положение. Испытуемый, взяв мундштук в рот, старается дышать спокойно, причем вдох производится через нос, а выдох через рот в спирометр. После 5-6 выдохов отсчитывают по шкале объем выдохнутого воздуха и делят его на число выдохов.

Определение резервного объема выдоха. Спирометр приводят в нулевое положение. Испытуемый делает спокойный выдох в атмосферу, а затем в спирометр.

Определение резервного объема вдоха. Из крышки вынимают пробку, колокол поднимают и спирометр наполняют комнатным воздухом до 3000мл. Крышку закрывают пробкой. Испытуемый, сделав несколько спокойных дыхательных движений, после обычного вдоха задерживает дыхание на несколько секунд и делает глубокий вдох из спирометра. Разность между первым показателем(3000) и последним показывает резервный объем вдоха.

РАБОТА №2: « МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ - СПИРОГРАФИЯ»

Анализ спирограмм.

Спирограф предназначен для графической регистрации дыхательных объемов. Он состоит из двух самостоятельных дыхательных систем, каждая из которых включает спирометр и чернильнопишущее устройство.

Испытуемый берет в рот загубник. Для исключения носового дыхания на нос испытуемому накладывают зажим. Включив прибор на малой

скорости, записывают спирограмму спокойного дыхания в течение 2- 3 минут. Записав 2- 3 спокойных вдоха и выдоха, просим испытуемого сделать максимальный вдох и выдох. Такое измерение ЖЕЛ следует повторить 3 раза с интервалом в 15 секунд, что является функциональной пробой, позволяющей выяснить степень тренированности дыхательной мускулатуры человека.

Для определения индексов ТИФФНО и ГЭНСЛЕРА во время записи спирограммы просят испытуемого сделать глубокий вдох и задержать дыхание. Переключив скорость движения бумажной ленты на максимальную, просят испытуемого сделать максимальный выдох. Для определения максимальной вентиляции легких проводят форсированную гипервентиляцию с частотой дыхания 40- 60 в мин. с продолжительностью 10 секунд. Диагностическая ценность этого показателя заключается в том, что он отражает резервы дыхательных функций, а снижение этих резервов служит признаком патологического состояния.

Анализ спирограмм.

ЧД (частота дыхания) - определяется количеством промежутков, расположенных между дыхательными волнами. Подсчитывается на расстоянии 5 см (ЧД в мин.)

ДО (дыхательный объем) - измеряется средняя амплитуда дыхательных движений, и эта величина умножается на константы 20 и 1,08. Константы стандартизируют условия и переводят ед. длины в ед. объема (мл).

МОД (минутный объем дыхания) – ЧД•ДО.

ЖЕЛ (жизненная емкость легких) - из двух, трех измерений ЖЕЛ выбирается максимальная величина и умножается на константы 20 и 1,08.

ОФВ (объем форсированного выдоха) - максимальная величина перпендикуляра, проведенного к кривой форсированного выдоха, умноженная на 20.

ОФВ₁ - объем форсированного выдоха за первую секунду

МВЛ (максимальная вентиляция легких) - ДО•ЧД•4

Индекс Тиффно = (ОФВ₁/ЖЕЛ) • 100%, Н=100%

Индекс Гэнслера (модифицированный Тиффно) = (ОФВ₁/ФЖЕЛ) • 100%, Н=100%

ПСДВ (показатель скорости движения воздуха)- МВЛ/ ЖЕЛ, Н=35-40

ДЖЕЛ (должная жизненная емкость легких)- находится по таблице.

РАБОТА №3: «ПНЕВМОТАХОМЕТРИЯ»

Метод определения скорости движения и мощности струи воздуха при форсированном вдохе и выдохе (ПТМвд и ПТМвыд) в среднем ПТМ=3,0- 7,0 л /сек.

Прибор состоит из датчика и измерительного блока. Датчик представляет трубку, внутри которой имеется диафрагма. Перепад давлений, возникающий вследствие прохождения воздуха через отверстие в диафрагме, измеряется дифференциальным манометром, вмонтированным в измерительный блок.

Принцип работы прибора: при вдохе (выдохе) пациента перед диафрагмой и за ней создаются статистические давления, которые передаются в мембранную коробку и корпус манометра. Перемещение мембранной коробки, соответствующие разности давлений, через передаточно- множительный механизм передаются на стрелку, по отклонению которой судят о результатах измерения. Две шкалы манометра служат для измерения сильного и слабого дыхания. Соответственно применяют датчики с диафрагмами 20 и 10 мм.

Кривая изменений объемной скорости называется пневмотахограммой. Интегрируя пневмотахограмму, можно получить искомый объем воздуха (ДО, ЖЕЛ, РезОВыд, РезОВд).

РАБОТА №4: «РАСЧЕТ ДОЛЖНОГО ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ТАБЛИЦАМ ГАРРИС-БЕНЕДИКТА»

С помощью ростомера измеряют рост испытуемого и взвешивают его на весах. В соответствии с полом испытуемого берут таблицу *Гаррис-Бенедикта* для мужчин или для женщин (у мужчин основной обмен на 7- 10 % выше, чем у женщин). Таблица состоит из двух частей – А и Б. Из части таблицы А выписывают первое число, стоящее против веса испытуемого. К нему прибавляют второе число, найденное из части таблицы Б по возрасту испытуемого и его росту. Сумма двух этих чисел представляет собой должную (нормальную) величину основного обмена.

Функционально-диагностические исследования в пульмонологии.

Современная система тестирования органов дыхания предполагает последовательность выполнения отдельных функциональных проб от простых к более сложным. Выделяют следующую последовательность отдельных этапов исследования:

- исследование отношений потока и объема во время пробы с форсированным выдохом;

- исследование структуры общей емкости легких с помощью общей плевтизмографии;
- исследование бронхиального сопротивления при спокойном дыхании;
- исследование диффузионной способности легких методом задержки дыхания;
- исследование газов крови и кислотно-основного состояния.

1) Исследование отношений потока и объема во время пробы с форсированным выдохом

Необходимо иметь прибор, позволяющий регистрировать скорость потока воздуха на вдохе и на выдохе в координатах объема легких - так называемую петлю поток-объем. Подобные аппараты состоят из ряда функциональных блоков, наличие которых является обязательным для приборов такого класса. К числу обязательных элементов относятся:

- элементы для подсоединения дыхательных путей пациента к прибору;
- преобразователь потока воздуха в сигнал давления (трубка Флейша, трубка Лили и др.);
- электроманометр;
- компьютер;
- дисплей;
- печатающее устройство.

Пациенту предлагают выполнить ряд дыхательных маневров в соответствии с командами проводящего исследование. На экране ведется наблюдение за правильностью выполнения теста по кривой, которая отражает дыхание испытуемого. Тест повторяется несколько раз до получения совпадающих результатов.

Дальнейшая обработка результатов проводится по одному из следующих способов:

- по результатам выполнения маневров строится огибающая кривая, которая отражает наибольшие значения, достигнутые в результате разных попыток в каждый момент выполнения теста;
- простым просмотром кривых оператор выбирает наилучший результат;
- компьютер автоматически выбирает лучший маневр, в котором сумма ФЖЕЛ и ОФВ₁ максимальная.

Последовательность дыхательных маневров во время исследования:

- пациент подключается к прибору и выполняет 2- 3 спокойных вдоха и выдоха для адаптации к дыханию в прибор;
- пациенту предлагают сделать спокойный выдох (выдохнуть до предела);
- пациенту предлагают сделать максимально глубокий спокойный вдох;
- - пациент максимально быстро и энергично выдыхает до предела (форсированный выдох), максимальное усилие должно быть достигнуто в начале маневра форсированного выдоха и поддерживаться на всем его протяжении.

Одним из важных критериев правильности выполнения теста являются сопоставление объема ЖЕЛ и ФЖЕЛ. У здоровых эти показатели равны или ЖЕЛ больше на 100- 150 мл. При нарушении бронхиальной проводимости это различие возрастает.

2) Ингаляционная бронхоспазмолитическая проба.

Показания:

1. определение обратимости обструктивных нарушений и роли бронхоспазма в их генезе;
2. диагностика скрытых обструктивных нарушений;
3. подбор оптимального лекарственного средства и оптимальной дозы препарата;
4. уточнение патогенеза бронхоспазма.

Для проведения бронхолитической пробы используют беротек - селективный бета₂-адреномиметик, является наиболее сильным бронхолитиком с минимальными побочными действиями или холинолитик атровент. Бронхолитическое действие наступает через 10 минут после приема препарата беротек, 30 минут – после атровента; длительность 6-8 часов, доза - 0,2 мг.

Контрольные функциональные исследования проводятся до и через 15 (30) минут после ингаляции. Рассчитывается изменение показателей между вторым и первым исследованием в абсолютном значении и выражается у взрослых в процентах к должной величине.

Анализируются такие показатели как ФЖЕЛ, ОФВ₁, МОС₅₀ (мгновенная объемная скорость при выдохе 50% от ФЖЕЛ), СОС_{25- 75} (средняя объемная скорость в интервале от 25% до 75% ФЖЕЛ), ПОС (пиковая объемная скорость).

Изменение показателей, превышающее верхнюю границу нормального диапазона, свидетельствует о положительной бронхолитической пробе, то есть о наличии у данного пациента обратимых обструктивных нарушений и о существенной роли в их генезе бронхоспазма. Положительная проба (прирост $ОФВ_1$ 12% и более от должного и 200 мл) при исходно нормальных показателях бронхиальной проходимости указывает на скрытый бронхоспазм.

Снижение показателей за нижнюю границу нормы свидетельствует о парадоксальной реакции на беротек с ухудшением бронхиальной проходимости.

3) Ингаляционные провокационные пробы.

Показания:

- объективизация измененной реактивности дыхательных путей в случае сомнительного диагноза бронхиальной астмы;
- диагностика ранних стадий бронхиальной астмы;
- проведение профотбора при приеме на работу с неблагоприятными производственными условиями;
- контроль эффективности лечебных и профилактических мероприятий.

А) Провокационная проба с ацетилхолином.

Для провокации применяется 0,1% раствор ацетилхолина (воздействует на бронхи всех калибров, имеющих гладкомышечные волокна, в низких концентрациях не оказывает побочного действия, в течении 5-10 минут инактивируется ацетилхолинэстеразой, что препятствует развитию тяжелых осложнений).

Испытуемый дышит 0,1% раствором ацетилхолина в течение 2 минут при спокойном произвольном дыхании в положении сидя. На нос для герметизации системы надевается зажим.

Исследование бронхиальной проходимости проводится до, и после ингаляции. Для оценки степени изменений показателей рассчитывается разница их абсолютных значений до, и после ингаляции и выражается в процентах исходной величины.

Проба считается положительной при снижении ФЖЕЛ более 7%, $ОФВ_1$ - 8%, $МОС_{50}$ и $СОС_{25-75}$ 20%.

Б) Провокационная проба с холодным воздухом.

Провокационным стимулом является произвольная субмаксимальная изокапническая гипервентиляция сухим холодным воздухом (бронхоспастическая реакция обусловлена нарушением проницаемости

эпителия и дегрануляцией тучных клеток вследствие изменения осмолярности поверхностной выстилки бронхиальной стенки).

Для проведения пробы необходима специальная аппаратура. Дозировка провокационного стимула должна проводиться по следующим параметрам:

- температура воздуха у рта испытуемого – (- 12)- (- 14) С;
- минутная вентиляция - $20 \cdot \text{ОФВ}_1$ (л);
- длительность вентиляции- 3 минуты
- содержание СО_2 во вдыхаемой смеси - 5%.

Бронхиальная проходимость оценивается до и через 5 минут после пробы. Рассчитывается разница абсолютных значений показателей и выражается в процентах должных величин.

Проба считается положительной в случае развития бронхоспастической реакции.

В) Бронхопровокационные тесты с физической нагрузкой.

Функциональные тесты с физической нагрузкой высокоспецифичны при БА (используются, в том числе, для диагностики астмы физического усилия «exercise-induced asthma»), однако недостаточно чувствительны.

Изолированный тест с физической нагрузкой проводится, как правило, на велоэргометре или тредмиле при температуре воздуха около 20°C и влажности около 40%. При проведении теста на велоэргометре, задается нагрузка 2,0 ватт/кг на 6-8 минут или до появления критериев окончания теста. Такими критериями являются достижение субмаксимальной ЧСС (200 уд./мин минус возраст, лицам старше 60 лет - не более 130 уд./мин), а также клинические и электрокардиографические критерии. При проведении теста носовое дыхание перекрывается носовым зажимом. Измерение ОФВ_1 проводится до нагрузки, немедленно после нагрузки, а также на 3, 6, 10, 15 и 20 минутах после нагрузки.

При оценке результатов теста сравниваются спирометрические показатели до и после нагрузки, т.е. процент снижения показателей (отношение разницы между исходной величиной и наименьшей после теста к исходному значению, выраженное в процентах). Тест расценивается как положительный при снижении ОФВ_1 на 10% и более.

Г) Бронхопровокационные тесты с кратковременной произвольной гипервентиляцией лёгких (КПГВЛ).

Проба (КПГВЛ) относится к физическим провокационным тестам. В качестве бронхоконстрикторного агента используется естественный раздражитель дыхательных путей - воздух комнатной температуры (18–22°C) - при выполнении пациентом дыхательных маневров: до 10 максимально глубоких вдохов/выдохов в течение короткого (20–25 с) промежутка времени.

Одной из основных особенностей данной пробы является то, что она вызывает бронхоспазм у больных БА и противоположный эффект у больных другими видами обструктивной патологии бронхов. Это позволяет использовать данную пробу в дифференциальной диагностике БА и обструктивных бронхитов.

Отметим также, что применение данной методики требует высокой квалификации исследователя в силу её меньшей (относительно фармакологических проб) чувствительности.

Основные физиологические константы

Легочные объемы и емкости.

Дыхательный объем 0,3 – 0,8 л; в среднем 0,5 л.

Резервный объем вдоха 1 – 2 л;

Резервный объем выдоха 1 – 1,5 л;

Остаточный объем легких 1 – 1,5 л;

Емкость вдоха или резерв вдоха 1,3 – 2,8 л.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) 3 – 5 л;

Общая емкость легких 4 – 6,5 л;

Функциональная остаточная емкость легких (ФОЕЛ) 2,5 – 3 л; у женщин ниже на 25%;

Объем анатомически мертвого пространства 0,15 л;

Динамические параметры системы внешнего дыхания.

Частота дыхания 12 – 18 в мин (в среднем 16);

Минутный объем дыхания:

В покое 6 – 8 л в минуту;

При спокойной ходьбе 17 л в минуту;

При максимальной динамической нагрузке 50 – 60 л в минуту;

Максимальная вентиляция легких (у молодых) 120 – 170 л в минуту;

Объем форсированного выдоха (индекс Тиффно) 70 – 80% от ЖЕЛ;

Индексы Тиффно, Гэнслера – 70% и более

Максимальные скорости вдоха и выдоха 4 – 8 л в сек;

Альвеолярная вентиляция 70 – 80% от общей вентиляции легких;

Эффективность вентиляции $ЭВ = AV / МОД \times 100$ (30–40 мл/мин.);

Максимальное потребление кислорода 360 л в сутки;

Коэффициент утилизации кислорода в покое:

В покое 30 – 40;

При тяжелой мышечной работе 50 – 60;

Содержание кислорода и углекислого газа.

Среда	Кислород , мм рт. ст.	Углекислый газ , мм рт. ст.
атмосфера	20,9	0,03
альвеолы	14	5,6
Выдыхаемый воздух	16	4,5

Кислородная емкость крови 0,2 л/л;

Остаточное содержание кислорода в венозной крови 0,12 л/л (в покое);

Давление газов.

Среда	Кислород , мм рт. ст.	Углекислый газ , мм рт. ст.
Альвеолы	100	Нормовентиляция 40 Гипервентиляция < 40 Гиповентиляция > 40
Венозная кровь	40- 45	46

Внутриплевральное давление.

В конце спокойного вдоха – 6 мм рт. ст.

В конце спокойного выдоха – 3 мм рт. ст.

В конце форсированного вдоха – 20 мм рт. ст.

Дыхательный коэффициент.

В среднем в покое 0,85 – 0,9;

При окислении белков 0,8;

При окислении жиров 0,7.

Энергетическая ценность пищевых веществ.

1 гр. белка 4,1 ккал;

1 гр. жиров 9, 3 ккал;

1 гр. углеводов 4,1 ккал.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Апноэ – остановка дыхания, обусловленная отсутствием стимуляции дыхательного центра (например: при гипокапнии).

Асфиксия – остановка или угнетение дыхания, связанные главным образом с параличом дыхательного центра. Газообмен при этом резко нарушен: наблюдается гипоксия и гиперкапния.

Брадикапноэ – снижение частоты дыхания.

Вдох - наполнение легких чистым атмосферным воздухом.

Выдох – изгнание богатого углекислым газом альвеолярного воздуха из легких.

Гипервентиляция – усиленная вентиляция, превышающая метаболические потребности организма. Парциальное давление углекислого газа меньше 40 мм рт. ст.

Гиповентиляция – сниженная вентиляция по сравнению с метаболическими потребностями организма. Парциальное давление углекислого газа больше 40 мм рт. ст.

Гаспинг – патологический тип дыхания, судорожное дыхание.

Гиперкапния – увеличение напряжения CO_2 в крови.

Гипокапния – уменьшение напряжения CO_2 в крови.

Гипероксия – повышение напряжения O_2 в крови.

Гипоксия - уменьшение напряжения O_2 в крови.

Гиперпноэ – увеличение глубины дыхания, независимо от того, повышена или снижена частота дыхания.

Дыхательный объем – количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает в спокойном состоянии.

Дыхательный коэффициент - это отношение выделенного углекислого газа к объему потребленного организмом кислорода.

Диспноэ – неприятное субъективное ощущение недостаточности дыхания или затрудненного дыхания (одышка).

Жизненная емкость легких – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после глубокого вдоха.

Минутный объем дыхания (МОД) – объем воздуха, проходящего через легкие за одну минуту.

Максимальной вентиляцией легких (МВЛ) – объем воздуха, который проходит через легкие за определенное время.

Нормовентиляция – парциальное давление углекислого газа в альвеолах поддерживается в пределах 40 мм. рт. ст.

Остаточный объем – количество воздуха, оставшееся в легких после максимального выдоха.

Общая емкость легких – количество воздуха, содержащееся в легких на высоте максимального вдоха.

Ортотноз – выраженная одышка, связанная с застоем крови в легочных капиллярах в результате сердечной недостаточности. В горизонтальном положении это состояние усугубляется, таким больным тяжело лежать.

Отрицательное давление в плевральной щели – это величина, на которую давление в плевральной щели ниже атмосферного.

Повышенная вентиляция – любое увеличение альвеолярной вентиляции по сравнению с уровнем покоя независимо от парциального давления газов в альвеолах (например: при мышечной работе).

Резервный объем вдоха – количество воздуха, которое человек может дополнительно вдохнуть после нормального вдоха.

Резервный объем выдоха – количество воздуха, которое человек может дополнительно выдохнуть после нормального выдоха.

Резерв вдоха – максимальное количество воздуха, которое можно вдохнуть после спокойного выдоха.

Сурфактант – вещество, покрывающее внутреннюю поверхность альвеол легких.

Тахипноэ – увеличение частоты дыхания.

Эупноэ – нормальная вентиляция в покое, субъективным чувством комфорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас анатомии человека/ М. Р. Сапин, Д.Б.Никитюк. – М.: АПП «Джангар», 2002. – 280 с.
2. Атлас по нормальной физиологии/ Под ред. Н.А.Агаджаняна.- М.: Медицина, 1986.- 351 с.
3. Анатомия и физиология: Словарь- справочник: Учеб. пособие /Автор-сост. С.С.Тверская.- 3- е изд., испр. и доп. – М.: Изд- во Московского психолого- социального института: Воронеж: Изд- во НПО «МОДЭК», 2004.- 256 с.
4. Исследование функции внешнего дыхания / Баранов В.Л., Куренкова И.Г., Казанцев В.А., Харитонов М.А. – СПб.: Элби – СПб., 2002. – 302 с.
5. Козлов В.И. Анатомия центральной нервной системы/ Уч. пособие для студ.- М.: Мир: ООО «Изд- во АСТ», 2003.- 208 с.
6. Ноздрачев А.Д. и др. Начала физиологии: Учебник для вузов. 2- е изд., испр. / Под ред. акад. А.Д.Ноздрачева. - СПб.: Изд- во "«Лань", 2002. – 704 с.
7. Основы клинической физиологии системы дыхания / Под ред. проф. Б.Г.Юшкова.- Екатеринбург: Изд- во УГМА, 1995. – 63 с.
8. Основы физиологии человека / Агаджанян Н.А., Власова И.Г., Ермакова Н.В., Торшин В.И. - М.: Изд- во РУДН, 2003. - 408 с.
9. Практикум по нормальной физиологии: Учеб. пособие / Коллектив авторов. Отв.ред. В.И.Торшин.- М.: Изд- во РУДН, 2004.- 609 с.
10. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии: Учеб. пособие /Под редакцией К.В.Судакова– М.: «Медицина», 2002 - 704 с.
11. Физиология человека / Под ред. В.М.Смирнова. М., Медицина, 2002. - 608 с.
12. Физиология человека / Под ред. В.М.Покровского, Г.Ф.Коротько. - М., Медицина, 2003. - 656 с.
13. Физиология человека. /Под редакцией Р.Шмидта, Г. Тевса – М.: «Мир», 1996, т.1, 323 с.; т. 2, 313 с.
14. Физиология. Основы и функциональные системы: Курс лекций/ Под ред К.В.Судакова. - М., Медицина, 2000. - 784 с.
15. Филимонов В.И. Руководство по общей и клинической физиологии/ В.И.Филимонов.- М. Медицинское информационное агентство, 2002. - 958 с.

© «Медицинский Вестник» №2`2014 г. (178)

УЧРЕДИТЕЛЬ: Евдокимов Виталий Владимирович

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Евдокимов Владимир Григорьевич

✉ г. Челябинск, ул. Тарасова, 52

📧 me_ves@mail.ru **INTERNET:** www.meves.ru

приглашаем авторов к сотрудничеству

Сдано в печать 06.03.14 г. П-е работы 454080, г. Челябинск, ул. Коммуны 137а; тир. 250.
цена свободная
