



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Ка ф е д р а «Безопасность жизнедеятельности»

ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Методические указания к практическим занятиям

Самара
Самарский государственный технический университет
2017

Печатается по решению Ученого Совета СамГТУ.
(протокол №9 от 31 03 2017)

УДК 612.2(07)
ББК 28.903:28.91я73
Ф 25

Физиология дыхания человека: метод. указ. к практическим занятиям. /
Сост.: Ж.Н. Садчикова – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2017. – 25 с.:
(элект.библ.трудоv сотр. СамГТУ, lib.samgtu.ru)

Указания содержат теоретические сведения о сущности нормального дыхания человека, выполнение практических работ по расчету биологического возраста и оценки жизненной емкости легких и составляющих ее объемов воздуха, контрольные вопросы для проверки степени усвоения материала.

Предназначены для студентов заочного факультета, обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность». Шифр дисциплины Б 1.В.ОД. 4 «Физиология человека».

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Н.Г.Яговкин

УДК 612.2(07)
ББК 28.903:28.91я73
Ф 25

© Ж.Н. Садчикова, составление, 2017
© Самарский государственный
технический университет», 2017

ВВЕДЕНИЕ

Дыхание – сложный непрерывный процесс, в результате которого постоянно обновляется газовый состав крови. Это физиологический процесс, способствующий поддержанию постоянства внутренней среды организма, обеспечивающий нормальное течение обмена веществ, позволяющий человеку восстанавливать энергетические запасы организма. До 90% энергии организм получает именно в процессе дыхания, что способствует улучшению общего физиологического состояния и как следствие лучшей работоспособности.

Под влиянием условий окружающей среды процесс дыхания нередко нарушается, появляется кислородная недостаточность, сказывающаяся отрицательно на различные системы организма. В результате этого появляется усталость, быстрая утомляемость, ухудшение работоспособности, появляются проблемы со здоровьем организма в целом.

Работоспособность человека не бывает строго постоянной, она меняется под влиянием многих причин: окружающей природной и производственной среды, бытовых условий, психологических и физиологических особенностей и т.д.

Задачей указания является ознакомление студентов с сущностью процесса дыхания и установление зависимости жизненной емкости легких и ее составляющих от возраста человека. К выполнению работ допускаются студенты, прошедшие вводный инструктаж по ОТ, с отметкой в журнале инструктажа под личную подпись, ознакомленные с устройствами и приборами лабораторного оборудования, принципами их работы и мерами безопасности при проведении работ. При возникновении или обнаружении неисправностей в работе оборудования, необходимо работу прекратить и немедленно сообщить преподавателю.

Практические работы выполняются бригадой студентов из 3-4 человек или каждым студентом по усмотрению преподавателя.

Данные для проведения расчетной части студенты получают у преподавателя. Отчет по работам оформляется в произвольной форме

с содержанием цели работы, хода выполнения работы, ответов на вопросы анкеты, результатов расчета и формулировкой вывода по работе.

Завершается практическое занятие ответом на контрольные вопросы, характеризующие степень усвоения материала.

Выполнение практических занятий является составной частью учебной программы по курсу «Физиология человека».

1. ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ К ВЫПОЛНЯЕМЫМ РАБОТАМ

Дыхание – совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода, использование его для окисления органических веществ с освобождением энергии и выделением углекислого газа в окружающую среду.

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

Внешнее дыхание – это газообмен между организмом и окружающим его атмосферным воздухом. Его можно разделить на два этапа – обмен газов между атмосферным и альвеолярным воздухом и газообмен между кровью легочных капилляров и альвеолярным воздухом. Внешнее дыхание осуществляется за счет активности аппарата внешнего дыхания, который включает в себя дыхательные пути, легкие, плевру, скелет грудной клетки и ее мышцы, диафрагму.

Основной функцией аппарата внешнего дыхания является обеспечение организма кислородом и освобождение его от избытка углекислого газа. О том, как функционирует аппарат внешнего дыхания можно судить по ритму, глубине, чистоте дыхания, по величине легочных объемов, по показателям поглощения кислорода и выделения углекислого газа и т.д. Кровь осуществляет транспорт газов, который обеспечивается разностью парциального давления (напряжения) газов по пути их следования: кислорода от легких к тканям, углекислого газа от клеток к легким.

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

При мышечной работе функция дыхания усложняется и усиливается, что очень важно для обеспечения высокого уровня газообмена.

Легкие – парный дыхательный орган, располагаются в грудной клетке, состоящей из ребер, отходящих от позвоночника сзади и за-

канчивающихся у грудины спереди. К ребрам прикреплены межреберные мышцы и хрящи, участвующие в дыхательных экскурсиях. Куполообразная мышца диафрагмы лежит в основании этой, напоминающей по форме улей, клетки, сквозь которую проходят пищевод, аорта и нижняя полая вена.

Легкие разделены сердцем, кровеносными сосудами и пищеводом. Верхушка каждого легкого выступает за первое ребро, достигая уровня ключицы, а его основание покоится на диафрагме. Левое легкое, состоящее из двух долей, немного меньше правого, имеющего три доли.

Каждое легкое окружено плеврой, образованной двумя листками. Один из них выстилает внутреннюю полость грудной клетки, другой полностью окутывает легкое; плевральная полость, образованная двумя ее листками, содержит немного смазывающей жидкости.

Воздух входит в легкие через нос и рот и достигает задней стенки горла – глотки, прежде чем пройти через голосовую щель – гортань – в дыхательную трубку – трахею. Трахея обычно достигает 12 см в длину. Она постоянно поддерживается в открытом состоянии хрящами С – образной формы, которые после деления трахеи продолжают в виде двух главных бронхов легких.

Крупные бронхи разделяются на более мелкие, долевые, в долях каждого легкого. Каждая доля состоит из сегментов, снабжаемых одним сегментарным бронхом. Бронхиолы разделяются на альвеолярные ходы альвеолярных мешочков, содержащих одну альвеолу.

Легкие занимают большую часть грудной полости. Они представляют собой эластические образования, и их эластичность способствует движениям, сопровождающим дыхание.

Главными дыхательными мышцами являются диафрагма и внутренние и наружные межреберные мышцы. Дополнительными мышцами, которые участвуют в форсированном дыхании, являются мышцы плечевого пояса, шеи и живота.

В норме большую часть работы по обеспечению вдоха выполняет диафрагма. Она сокращается, становится более плоской и опускается,

давая возможность грудной клетке расширяться в направлении вниз.

Кроме того, активно сокращаются наружные межреберные мышцы, благодаря которым грудная клетка расширяется вбок и вверх. Объем ее увеличивается, давление в замкнутой плевральной полости становится ниже атмосферного на 10-13 мм (т.е. отрицательное), вследствие чего воздух «всасывается» в легкие, проходя по воздухоносным путям до самых альвеол.

При попадании воздуха в нос крупные частички пыли фильтруются волосками в ноздрях. Воздух проходит через носовые ходы, большая часть которых выстлана влажной слизистой оболочкой. Это помогает увлажнить воздух и нагреть его до температуры тела. В холодные, сухие дни воздух в носу увлажняется недостаточно сильно, поэтому горло начинает немного саднить, неприятные ощущения возникают и в верхней части трахеи. Когда воздух достигает глотки, он проходит через область лимфоидной ткани в кольце позади носа и горла. Оно состоит из аденоидов на задней стенке носа, двух миндалин, расположенных на задних боковых стенках ротовой полости, и похожей на аденоиды «подушечки» на фарингеальной части языка. Лимфоидная ткань обезвреживает бактерии и вирусы, находящиеся во вдыхаемом воздухе.

Воздух попадает в легкие, где мелкие частички пыли собираются в бронхиолах. Выстилка бронхов и бронхиол влажная и покрыта «ресничками», которые продвигают слизь и инородные частицы вверх к трахее и, наконец, через гортань, в пищевод. Любые частички пыли в альвеолах удаляются клетками-макрофагами, находящимися в стенках альвеол.

Газообмен

Газообмен в легких происходит меньше чем за 1сек. Углекислый газ выходит из плазмы, где он растворен, через стенки капилляра в мельчайшее пространство между капилляром и стенкой альвеолы. Затем он проходит сквозь стенки альвеолы в тонкую влажную пленку, выстилающую каждую альвеолу. Как углекислый газ, так и кислород, растворяются в этом влажном слое на своем пути в кровь и из нее. Га-

зы переносятся путем диффузии – движения из области высокого в область низкого давления. Кислород проходит в противоположном направлении относительно углекислого газа – из альвеолы в кровь – и соединяется с гемоглобином эритроцитов, образуя оксигемоглобин. Капилляр настолько узкий, что эритроциты движутся по нему «гуськом» один за другим. Насыщенная кислородом кровь возвращается в левое предсердие через легочные вены, которые проходят вдоль бронхиол и бронхов. Вдыхаемый воздух содержит 20,94% кислорода, 0,03% углекислого газа, 79,03% азота. Выдыхаемый воздух содержит 16% кислорода, а количество углекислого газа возрастает в 100 раз и составляет 47%. Выдыхаемый воздух насыщен водными парами – это невидимая потеря воды из организма составляет примерно 1 л в день.

Нервная регуляция дыхания

Состояние дыхательных мышц автоматически контролируется дыхательным центром продолговатого мозга через грудобрюшной нерв в диафрагме и множество межреберных нервов. При необходимости дыхательный центр вовлекает в дыхание дополнительные мышцы. Дыхательный центр имеет два источника информации о дыхательной функции: степень растяжения легких и уровень углекислого газа в крови. Растяжение легких при вдохе контролируется рецепторами блуждающих нервов, которые рефлекторно задерживают вдох и позволяют произойти выдоху. Увеличение содержания углекислого газа повышает кислотность крови, которая, стимулируя дыхательный центр, увеличивает частоту дыхания (усиленное дыхание, гиперпноэ).

Произвольное, быстрое усиленное дыхание снижает уровень углекислого газа в организме, и за этим следует период задержки дыхания (апноэ). Постоянно повышенное содержание углекислого газа в крови при некоторых формах сердечных и легочных заболеваний контролируется дыхательным центром, что выражается одышкой [1, 2, 5].

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

РАСЧЕТ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: Определение индивидуального биологического возраста и степени старения организма человека.

Теоретическая часть

Возраст хронологический (паспортный) – период времени от момента рождения до настоящего или любого другого момента исчисления. Он означает, сколько лет прожил человек. Биологический возраст (или возраст развития) может опережать либо отставать от хронологического возраста.

Жизнеспособность нашего тела определяется не прожитыми годами, а степенью износа организма. Пока внутренние органы и системы нормально работают и взаимодействуют друг с другом, поддерживается сбалансированный обмен веществ, происходит обновление старых клеток – организм существует. Биологический возраст отражает степень морфологического и физиологического развития организма. Введение понятия «биологический возраст» объясняется тем, что календарный возраст не является достаточным критерием состояния здоровья и трудоспособности человека. Среди сверстников по хронологическому (паспортному) возрасту обычно существуют различия по темпам возрастных изменений.

Биологический возраст отражает влияние на организм внешних условий и наличие (отсутствия) патологических изменений.

Расхождения между хронологическим и биологическим возрастами, позволяющие оценить интенсивность старения и функциональные возможности индивида, неоднозначны в разные фазы процесса старения. Самые высокие скорости возрастных сдвигов отмечаются у долгожителей, в более молодых группах они незначительны. Оценка биологического возраста при старении необходимо геронтологам, клиницистам, социальным работникам для решения социально-гигиенических задач, суждения о здоровье и эффективности мероприятий по замедлению темпов старения и продлению активной ста-

рости.

Всего существует 4 варианта методики определения биологического возраста различные по сложности.

1-й вариант (наиболее сложный), требует для проведения определения специального оборудования. В связи с чем может быть использован в условиях стационара или в хорошо оснащенном диагностическом центре (поликлинике).

2-й вариант также предусматривают использование специальной аппаратуры, хотя менее трудоемкий.

4-й вариант-определение Биологического Возраста методом В.П. Войтенко-наиболее простой и может быть использован в любых условиях [4].

2.1 Практическая часть

Выполнение практической части данной работы основано на методике Войтенко В.П.

В ходе выполнения работы определяется артериальное давление испытуемого. Артериальное давление (АД) – это давление крови в крупных артериях человека.

Артериальное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба, (сокращенно мм рт. ст.) Значение величины артериального давления 120/80 означает, что величина систолического давления равна 120 мм рт. ст., а величина диастолического артериального давления равна 80 мм рт. ст.

Различают два показателя АД:

- систолическое (верхнее) артериальное давление (САД) – это уровень давления крови в момент максимального сокращения сердца и равняется 100-120 мм рт. ст.

- диастолическое (нижнее) артериальное давление (ДАД) – это уровень давления крови в момент максимального расслабления сердца, характеризует степень тонуса артериальных стенок и равняется 50-80 мм рт. ст.

Разность между значениями систолического и диастолического

давлений – пульсовое давление (ПД). В норме пульсовое давление равняется 35-55 мм рт. ст. Повышение давления на каждые 10 мм рт. ст. увеличивает риск развития сердечно - сосудистых заболеваний на 30%.

АД здорового человека является величиной относительно постоянной.

Для измерения АД в настоящее время используют прямой и косвенный методы.

Косвенный метод Короткова разработан русским хирургом Н.С. Коротковым в 1905 году и позволяет измерять АД простым в эксплуатации прибором. Метод Короткова основан на измерении той величины давления, которая необходима для полного сжатия артерии и прекращения в ней тока крови.

Для измерения артериального давления методом Короткова применяются механические и электронные измерители со световой и цифровой индикацией. Механические измерители состоят из механического манометра, манжеты с грушей и фонендоскопа. Данные приборы используются в профессиональной медицине, так как требуют специального обучения их пользованием.

Более простые в использовании – электронные измерители. Они бывают автоматические и полуавтоматические, не требуют предварительного обучения, при соблюдении инструкций позволяют получить точные данные АД. Принцип их действия основан на регистрации прибором пульсаций давления воздуха, возникающих в манжете, при прохождении крови через сдавленный участок артерии [2, 6].

Ход работы

В качестве испытуемого выступает один из студентов подгруппы.

1. У испытуемого с помощью тонометра измерить артериальное давление на правой руке (правильно положить руку: в разогнутом состоянии, мышцы расслаблены), в положении сидя, трижды с интервалом в пять минут.

Для этого:

а) включить тонометр, кратковременно нажав кнопку

Start«старт»;

б) наложить манжету на обнаженное плечо испытуемого на 2-3 см выше локтевого сгиба; одежда не должна сдавливать плечо выше манжетки; закрепить манжетку так, чтобы между ней и плечом проходил только один палец.

в) нагнетателем накачать манжету до давления, превышающего на тридцать-сорок мм рт. ст. величину ожидаемого систолического давления;

г) после прекращения накачки прибор автоматически выпускает воздух из манжеты и выполняет измерение;

д) на дисплее одновременно отображаются значения артериального давления (систолическое SYS, диастолическое DIA) и пульса PUL;

е) записать данные измерения АД в виде дроби (в числителе – систолическое давление, а в знаменателе – диастолическое), например, 120/80 мм рт. ст.

ж) нажать кнопку выпуска воздуха из манжеты и удерживать ее до полного выхода воздуха из манжеты после чего манжету снять;

з) отключить прибор кратковременным нажатием кнопки Start (старт).

Учитывается наименьший результат

2. Рассчитать пульсовое давление (АДп) как разницу АД сист. и АД диаст.

$$ПД = САД - ДАД,$$

где САД – систолическое давление, ДАД – диастолическое давление. В норме пульсовое давление равно 35-55 мм рт. ст.

3. Выполнить пробу Штанге – функциональная проба с задерживанием дыхания.

Время в течение которого человек может задерживать дыхание, преодолевая желание вдохнуть, индивидуально. Оно зависит от состояния аппарата внешнего дыхания и системы кровообращения. Способность человека к длительной задержке дыхания – наличие значительных резервов в организме. У здоровых людей время задержки дыхания после спокойного вдоха – 50-60сек., а после спокой-

ного выдоха оно меньше и составляет 30-40сек.

Проба с задержкой дыхания заключается в определении времени (по секундомеру), в течение которого испытуемый способен задержать дыхание после глубокого вдоха.

Измерить тах время задержки дыхания после глубокого вдоха – 3Д вд сек.

Предварительно испытуемый делает два глубоких вдоха, затем на высоте третьего вдоха проводящий замеры включает секундомер и дает команду задержать дыхание. Рот при этом должен быть закрыт, а нос зажат пальцами.

Процедура повторяется три раза с интервалом в пять минут.

При утомлении время задержки дыхания уменьшается.

Учитывается наибольшая величина.

Эта проба характеризует устойчивость организма к недостатку кислорода. При утомлении время задержки дыхания уменьшается.

Здоровые люди могут задерживать дыхание в среднем на 40-55 секунд, тренированные – на 60-90 секунд и более.

4. Выполнить пробу Генчи:

Измерить максимальное время задержки дыхания после глубокого выдоха – 3Д выд. сек. При этом рот должен быть закрыт, а нос зажат пальцами. Повторить процедуру три раза с интервалом пять минут. Учитывается наибольшая величина.

5. Определить статическую балансировку (СБ) в секундах, которая измеряется при стоянии испытуемого на левой ноге без обуви. (Глаза при это должны быть закрыты, руки опущены вдоль туловища).

Статическая балансировка определяется без предварительной тренировки. Учитывается наилучший результат из трех попыток, проводимых с интервалом пять минут.

6. Определить массу тела (МТ). Желательно при замере быть в легкой одежде и без обуви. Масса тела регистрируется с помощью обычных медицинских весов.

7. Определить индекс самооценки здоровья (СОЗ, баллы) по анкете.

Методика работы с анкетой: анкета содержит 29 вопросов. Для

первых 28 вопросов возможны ответы «да» и «нет». Неблагоприятными считают ответы «да» на вопросы № 1-24. Неблагоприятными считают ответы «нет» на вопросы №25-28. Для вопроса № 29 возможны варианты ответов: «хорошее», «удовлетворительное», «плохое», «очень плохое». Если на 29-й вопрос ответ: плохое или очень плохое, к полученному результату прибавляется 1.

Подсчитать величину неблагоприятных ответов. Полученную величину показателя СОЗ ввести в формулу для определения БВ.

Анкета «Субъективная оценка здоровья»

1. Беспокоят ли Вас головные боли?
2. Можно ли сказать, что Вы легко просыпаетесь от любого шума?
3. Беспокоит ли Вас боль в области сердца?
4. Считаете ли Вы, что у Вас ухудшилось зрение?
5. Считаете ли Вы, что у Вас ухудшился слух?
6. Стараетесь ли Вы пить только кипяченую воду?
7. Уступают ли Вам место в общественном транспорте младшие по возрасту?
8. Беспокоят ли Вас боли в суставах?
9. Влияет ли на Ваше самочувствие перемена погоды?
10. Бывают ли у Вас такие периоды, когда из-за волнения Вы теряете сон?
11. Беспокоят ли Вас запоры?
12. Беспокоят ли Вас боли в области печени (в правом подреберье)?
13. Бывают ли у Вас головокружения?
14. Считаете ли Вы, что сосредоточиться сейчас Вам стало труднее, чем в прошлые годы?
15. Беспокоят ли Вас ослабление памяти, забывчивость?
16. Ощущаете ли Вы в различных частях тела жжение, покалывание, «ползание мурашек»?
17. Беспокоят ли Вас шум и звон в ушах?
18. Держите ли Вы для себя в домашней аптечке один из следую-

щих препаратов: валидол, нитроглицерин, сердечные капли?

19. Бывают ли у Вас отеки на ногах?
20. Приходится ли Вам отказываться от некоторых блюд?
21. Бывает ли у Вас одышка при быстрой ходьбе?
22. Беспокоят ли Вас боли в области поясницы?
23. Приходится ли вам употреблять в лечебных целях какую-либо минеральную воду?
24. Можно ли сказать, что Вы легко стали плакать?
25. Беспокоит ли Вас неприятный вкус во рту?
26. Считаете ли Вы, что сейчас Вы так же работоспособны, как прежде?
27. Бываете ли Вы на пляже?
28. Бывают ли у Вас периоды, когда Вы чувствуете себя радостным, возбужденным, счастливым?
29. Как вы оцениваете состояние своего здоровья?

8. Рассчитать фактический БВ (ФБВ) и должный БВ (ДБВ) по формулам.

Формулы для расчета ФБВ:

Мужчины: $\text{ФБВ} = 26,985 + 0,215 \times \text{АДсис} - 0,149 \times \text{ЗДвд} + 0,723 \times \text{СОЗ} - 0,151 \times \text{СБ}$;

Женщины: $\text{ФБВ} = 2,1,463 + 0,415 \times \text{АДп} + 0,248 \times \text{М} + 0,694 \times \text{СОЗ} - 0,14 \times \text{СБ}$.

Формулы для расчета ДБВ:

Мужчины: $\text{ДБВ} = 0,629 \times \text{КВ} + 18,56$;

(КВ-календарный возраст)

Женщины: $\text{ДБВ} = 0,581 \times \text{КВ} + 17,24$.

Результаты можно оценить следующим образом:

$\text{ФБВ} - \text{ДБВ} = 0$: степень старения соответствует статистическим нормативам. $\text{ФБВ} - \text{ДБВ} > 0$: степень старения большая и следует обратить внимание на образ жизни и пройти дополнительные обследования.

$\text{ФБВ} - \text{ДБВ} < 0$ степень старения малая.

Вычислив индекс ФБВ / ДБВ, определяют, во сколько раз ФБВ обследуемого больше или меньше среднего ФБВ сверстников. Если степень старения меньше, чем средняя степень старения лиц с ДБВ, равным таковому обследуемого лица, то $\text{ФБВ} / \text{ДБВ} < 1$ [2, 3, 4, 6].

9. Полученные результаты занести в таблицу 1 и сделать вывод.

Таблица 1

Индивидуальные показатели здоровья

Показатель	Результат измерения
Масса тела, кг	
Пульсовое давление, мм рт. ст.	
Систолическое давление, мм рт. ст.	
Продолжительность задержки дыхания на вдохе, сек.	
Время статистической балансировки, сек.	
Индекс самооценки здоровья	
Календарный возраст, годы	
Биологический возраст, годы	
Должный возраст, годы	
ФБВ:ДБВ	

2.2 Контрольные вопросы

1. Что подразумевается под определением хронологического возраста человека?

2. Как определяется биологический возраст человека и его характеристика?

3. В каких областях применяются результаты оценки биологического возраста человека?

4. Какие существуют варианты методик определения биологического возраста человека?

5. Как определяется биологический возраст человека по методу Войтенко В.П.?

6. Что такое артериальное давление человека и его характеристика?

7. Какие существуют разновидности приборов для измерения артериаль-

ного давления?

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИЗНЕННОЙ ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ ЧЕЛОВЕКА

Цель данной работы – ознакомление студентов с методикой определения фактической жизненной емкостью легких и ее составляющих, сравнение ФЖЕЛ с должной жизненной емкостью легких (ДЖЕЛ), найденной по номограмме.

Теоретическая часть

Наиболее распространенной характеристикой состояния легких является легочный объем, который свидетельствует о развитии органов дыхания и функциональных резервах дыхательной системы. Спокойный выдох происходит в основном пассивно, благодаря природной эластичности ткани легких, и является движением, не требующим усилия.

Активный форсированный выдох происходит с участием внутренних межреберных мышц и мышц живота.

Частота дыхания (ЧД) – число дыхательных движений в минуту.

Частота дыхания здорового взрослого человека в состоянии покоя составляет 12 раз в 1 мин; ребенок дышит в два раза чаще. Объем вдыхаемого и выдыхаемого воздуха при спокойном дыхании составляет 500мл (дыхательный объем). Из него только 350 мл участвует в газообмене, а 150 мл, находящиеся в носоглотке, трахее и крупных бронхах, составляют воздух "мертвого пространства». Минутный объем дыхания (МОД) – количество воздуха, вентилируемого в одну минуту. Рассчитывается как произведение ДО и ЧД. МОД подвержен индивидуальным колебаниям

Резервный объем вдоха ($PO_{вд.}$), резервный объем выдоха ($PO_{выд.}$) – максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть ($PO_{вд.}$) или выдохнуть ($PO_{выд.}$) после спокойного вдоха или выдоха. $PO_{вд.}$ и $PO_{выд.}$ очень изменчивы даже в физиологических условиях и зависят от по-

ла, возраста, физической тренированности, положения тела и т.п. Данные объемы в известной мере определяют способность к увеличению количества вентилируемого воздуха и уменьшаются при патологических состояниях

Даже после самого глубокого выдоха в легких остается немного воздуха, придающего им воздушность.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – максимальное количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимально глубокого вдоха. Состоит из суммы $PO_{вд}$, $ДО$ и $PO_{выд}$. Нормативная оценка жизненной емкости легких в зависимости от контингента представлена в таблице № 2.

Таблица 2

Нормативная оценка жизненной емкости легких

Контингент	Возраст	ЖЕЛ, мл
Мальчики-подростки	15-17	2600-3520
Девочки-подростки	15-17	2530-2760
Юноши	18-21	4100-4350
Девушки	18-21	2950-3100
Мужчины	взрослые	3500-4500
Женщины	взрослые	2625-3375
Спортсмены	-	4000-8000

Достаточная ЖЕЛ – весьма важный фактор, который способствует поддержанию здоровья и хорошей работоспособности человека. ЖЕЛ зависит от чистоты окружающего воздуха. Положительно на организм влияет свежий воздух. Наоборот, воздух в душных закрытых помещениях, насыщенных водяными парами и углекислым газом, оказывает негативное влияние на процесс дыхания. Это же можно сказать о вдыхании пыли.

Функциональное состояние легких зависит от возраста, пола, физического развития и других факторов. Наиболее распространенной характеристикой состояния легких является измерение легочных объемов, которые свидетельствуют о развитии органов дыхания и функциональных резервах дыхательной системы [1, 5].

К основным методам исследования внешнего дыхания у человека относятся:

1. Спирометрия – метод определения жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и составляющих ее объемов воздуха.
2. Спирография – метод графической регистрации показателей функции внешнего звена системы дыхания.
3. Пневмотахометрия – метод измерения максимальной скорости вдоха и выдоха при форсированном дыхании.
4. Пневмография – метод регистрации дыхательных движений грудной клетки.
5. Пикфлоуметрия – простой способ самооценки и постоянного контроля проходимости бронхов. Прибор – пикфлоуметр позволяет измерять объем проходящего воздуха при выдохе в единицу времени (пиковая скорость выдоха).

Спирометрия – это важнейший способ оценки внешнего дыхания. Данным методом определяется жизненная емкость легких, легочные объемы, объемная скорость воздушного потока.

Метод спирометрии применяется для оценки нетрудоспособности и степени выраженности вентиляционных нарушений легких, что важно при проведении реабилитационных программ, для прогнозирования возможных рисков при страховании, оценки здоровья лиц в юридической практике, проведении эпидемиологических обследований клинических исследований.

Спирометр-разновидность медицинских устройств, которые применяются для проверки состояния органов дыхательной системы. К числу наиболее распространенных учреждений, в которых используется данный прибор, относятся стационарные медицинские учреждения, реабилитационные клиники, лечебные, оздоровительные учреждения для спортсменов.

Исходя из принципов работы и измеряемых параметров, спирометры делятся на 2 типа-водяной и суховоздушный (см. рисунок 1).

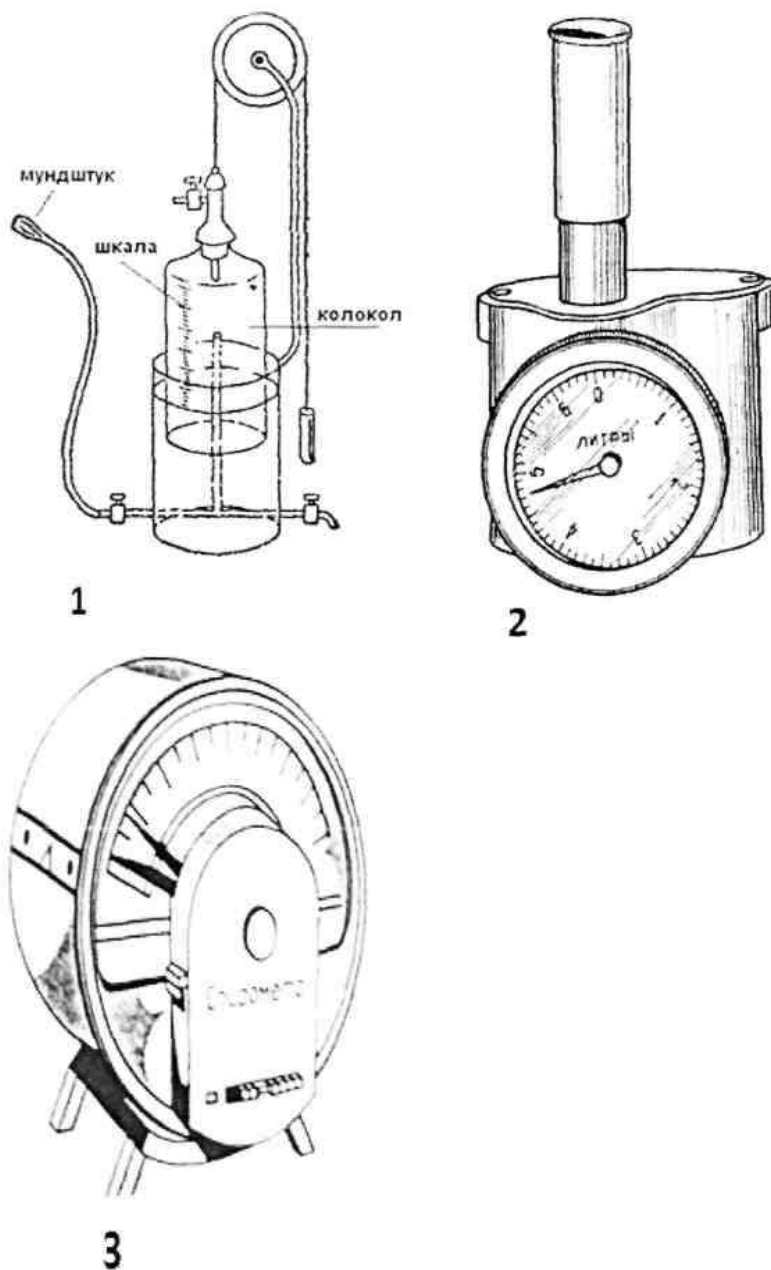


Рисунок 1. Конструкции спирометров:
 1, 3 – водяные спирометры; 2 – суховоздушный спирометр

Водяной спирометр представляет собой колокол, погруженный в воду и уравновешенный грузом, перекинутым через блок. Выдыхаемый воздух подводят под колокол через металлическую трубку, диаметр которой, также как диаметр резинового шланга и мундштука, должен быть около 2 см, чтобы не возникало ощутимое сопротивление дыханию. Воздух, поступающий под колокол, заставляет его

всплыть. Высота всплывания, определяемая по шкале и указателю, прокалибрована на объем поступающего воздуха.

В настоящее время применяются портативные спирометры с возможностью подключения к компьютеру или принтеру. Такие приборы позволяют проводить дыхательные тесты, результаты которых непосредственно считываются с дисплея спирометра, распечатываются с расчетом всех основных параметров.

При определении ЖЕЛ, первичных легочных объемов с помощью водного спирометра вынимают пробку из отверстия внутреннего цилиндра, цилиндр опускается и установив его в положении «0» по шкале, закрывают отверстие пробкой, при использовании суховоздушного спирометра поворачивают стрелку измерительной шкалы и совмещают ее с нулевым делением.

3.1 Практическая часть

1. Для определения ФЖЕЛ (фактической ЖЕЛ) испытуемый делает максимальный вдох, берет мундштук в рот, зажимает нос и делает максимальный выдох в спирометр. Записываются показания прибора. Стрелка прибора устанавливается на «0» по шкале для следующего замера.

Выдох производится плавно, без рывков, так как при быстром выдохе величина ЖЕЛ будет больше за счет вращения по инерции (при замере с помощью суховоздушного спирометра).

Измерения проводят трижды, учитывается max ЖЕЛ (фактическая).

2. Определяют ДЖЕЛ (должную ЖЕЛ) по номограмме (см. рисунок 2), зная возраст испытуемого в годах и его рост в сантиметрах.

ДЖЕЛ можно рассчитать по формуле:

для мужчин $ДЖЕЛ(л) = \text{рост(см)} * 0,05 - (\text{возраст в годах} * 0,02) - 3,6$;

для женщин $ДЖЕЛ(л) = \text{рост(см)} * 0,041 - (\text{возраст в годах} * 0,021) - 2,68$.

Рассчитывают в % отклонение ФЖЕЛ от ДЖЕЛ по формуле: $100 - \text{ФЖЕЛ} * 100$.

Величина ФЖЕЛ считается соответствующей возрасту и росту в случае отклонения от ДЖЕЛ не более чем на +/- 15%.

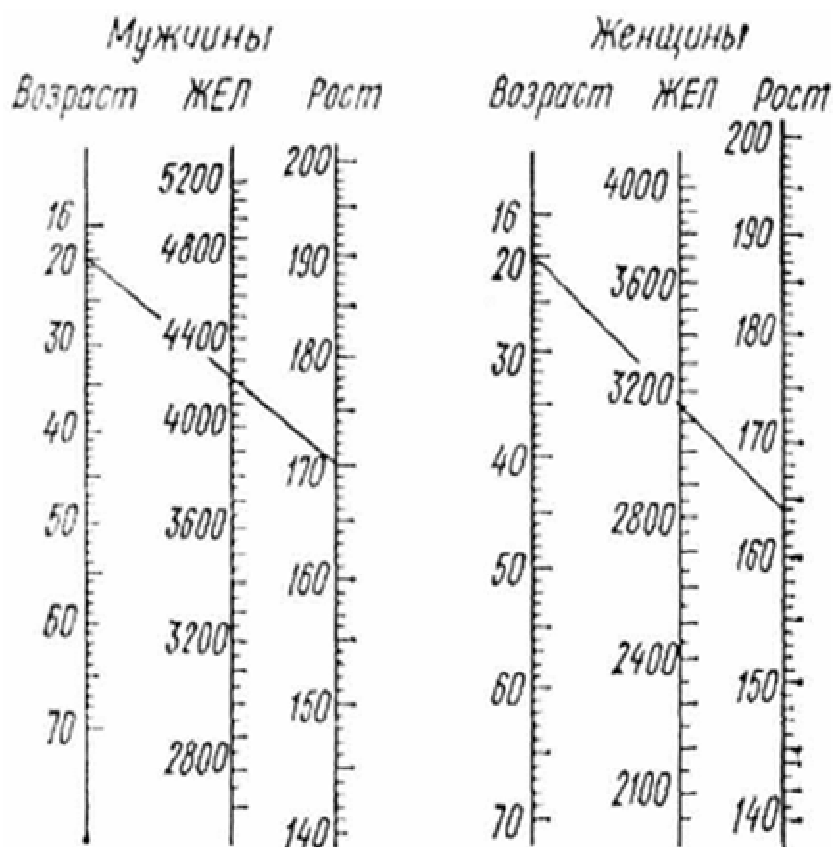


Рисунок 2. Номограмма определения жизненной емкости легких (ЖЕЛ)

Превышение ФЖЕЛ относительно ДЖЕЛ указывает на высокое функциональное состояние легких.

Снижение ФЖЕЛ по отношению к ДЖЕЛ более чем на 15% может указывать на патологию легких. У здоровых нетренированных молодых мужчин ЖЕЛ около 3,0-4,5 л, у женщин-2,5-3,5 л.

С возрастом ЖЕЛ снижается. Так, например, если величина ЖЕЛ у 20-летней женщины составляет 3,5л, то у 55-летней-2,5л.

3. Сравнивают экспериментальный результат (ФЖЕЛ) с результатом номограммы (ДЖЕЛ), делают вывод.

4. Для определения дыхательного объема (ДО) испытуемый после спокойного вдоха проводит спокойный, нормальный выдох в спиро-

метр. После снятия показаний прибора, устанавливают прибор на «0» по шкале.

Полученные данные фиксируют и делают вывод исходя из того, что ДО должен составлять 15% от ЖЕЛ.

5. Для определения резервного объема выдоха испытуемого просят сделать после очередного спокойного выдоха максимальный выдох в спирометр. По шкале спирометра определяют резервный объем выдоха. Повторяют измерения несколько раз и вычисляют среднюю величину.

6. Резервный объем вдоха можно определить двумя способами: вычислить и измерить спирометром. Для его вычисления необходимо из величины ЖЕЛ вычесть дыхательный объем и резервный объем выдоха воздуха.

$$PO_{\text{вд}} = \text{ЖЕЛ} - \text{ДО} - PO_{\text{выд}}$$

При измерении резервного объема вдоха спирометром в него набирают определенный объем воздуха и испытуемый после спокойного вдоха делает максимальный вдох из спирометра. Разность между первоначальным объемом воздуха в спирометре и объемом, оставшимся там после глубокого вдоха, соответствует резервному объему вдоха [2, 3, 4].

3.2 Контрольные вопросы

1. Как устроена дыхательная система человека?
2. Какие функции, выполняет дыхательная система человека?
3. Каков принцип работы вентиляции легких человека?
4. Каковы защитные функции дыхательной системы человека?
5. Какие существуют методы исследования внешнего дыхания человека?
6. Как проводится исследование жизненной емкости легких человека по методу В.П. Короткова?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания позволяют приобрести студентам знания о процессе дыхания человека.

Теоретическая часть дает определение дыхания, а также подробное описание его видов и функций. Приводится понятие газообмена.

Практическая работа «Расчет биологического возраста» позволяет определить индивидуальный биологический возраст и степень старения организма. Выполнение практической части данной работы основано на методике В.П. Войтенко.

Практическая работа «Определение жизненной емкости легких» знакомит студентов с методикой определения фактической жизненной емкости легких и ее составляющих и сравнивает ее с должной жизненной емкостью легких, найденной по номограмме.

Для закрепления пройденного материала к каждому практическому занятию разработаны контрольные вопросы.

Методические указания предназначены для студентов специальности «Техносферная безопасность», профиля «Безопасность технологических процессов и производств».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агаджанян Н.Л., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А. Физиология человека – М.: Медицинская книга; Н.Новгород: Издательство НГМА, –2003. – 528с: ил.+
2. Занько Н.Г. Физиология человека. Методы исследования функций организма: лабораторный практикум / Н.Г. Занько. – СПб.: СПбГЛТА, –2003. – 36 с.
3. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Физиология человека» / сост. Е.А. Нургалеева, Н.Н. Красногорская, Д.А. Еникеев. – Уфа, УГТУ, 2002. – 41 с.
4. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии: учеб. пособие / сост.: Н.Н. Алипов, Д.А. Ахтямова, В.Г. Афанасьева / Под ред. С.М. Будылиной, В.М. Смирнова. – М.: Академия, 2005. – 336 с.
5. Физиология человека: в 3-х томах. Т.Г. Пер. с англ. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3 изд. - М.: Мир, 2005. – 314 с., ил.
6. Борисова Т.В. ,Виноградова Е.Ю. Валеология. Учебно-методическое пособие, СамГТУ, Самара, – 2014г. –216с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1.Общие теоретические положения к выполняемым работам.....	5
2. Практическая работа №1 Расчет биологического возраста.....	9
2.1 Практическая часть.....	10
2.2 Контрольные вопросы.....	16
3.Практическая работа №2 Определение жизненной емкости легких.....	17
3.1 Практическая часть.....	21
3.2 Контрольные вопросы.....	23
Заключение.....	24
Библиографический список.....	25

Учебное издание

САДЧИКОВА Жанна Николаевна

Физиология дыхания человека

В авторской редакции

Подписано в печать 19.07.2017
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Усл. п. л. 1,56. Уч.-изд. л. 1,39

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Самарский государственный технический университет»
443100 г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус