

Кушвинский городской округ  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа № 10

**Рабочая программа**

Курс внеурочной деятельности естественно-научной направленности

**«Практическая физиология»**

Возраст обучающихся: 16 лет

Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:  
Мягкова Ольга Владимировна  
учитель химии и биологии

Кушва, 2022

## **Нормативно-правовые основания разработки рабочей программы**

Рабочая программа разработана и составлена на основе:

ФЗот29.12.2012г.№273«Об образовании в Российской Федерации»;

Положение о рабочих программах МАОУ СОШ № 56.

Программа для учащихся средней школы реализует общеинтеллектуальное направлениевнеурочнойдеятельностиисоставленавсоответствиистребованиямиФедеральногогосударственногообразовательного стандарта среднего общего образования.

### **Общая характеристикакурса**

Актуальность данного курса подкрепляется практической значимостью изучаемых тем, что способствует повышению интереса к познанию биологии и ориентирует на выбор профиля у обучающихся складывается первое представление о творческой научно-исследовательской деятельности,накапливаютсяумениясамостоятельнорасширятьзнания.

Данный курс содержательно связан с курсами математики, физики и химии, т. е. носит интегрированный характер и способствует развитию естественно-научного мировоззрения учащихся. Физиология—экспериментальнаянаука,котораярасполагаетдвумяосновными методами — наблюдением и экспериментом Наблюдение позволяет проследить за работой того или иного органа, но даже при использовании технических средств, даёт ответ только на вопрос «что происходит». Кроме того, результаты наблюдения зачастую могут носить субъективный характер. Поэтому, основным и более объективным методом познания механизмов и закономерностей в физиологии является эксперимент, позволяющий не только ответить на вопрос, что происходит в организме, но и выяснить так же, как и почему происходит тот или иной физиологический процесс, как он возникает, какими механизмами поддерживается и управляется

Программа курса носит практико-ориентированный характер с элементами научноисследовательской деятельности Данный элективный курс может быть использован для преподавания в классах с биолого-химическим или медицинским профилями Изучениекурсарассчитанона68часов,изних31часотводитсянаизучениетеоретическихвопросов,(45%) практическихзанятий(решениезадач,выполнениелабораторныхработ) — 37 ч . (55%) Развитие и формирование вышеуказанных качеств возможно благодаряразвитиюнаучно-познавательногоинтересавовремязанятий .

**Целевая аудитория**Учащиеся 9-х классов

### **Цельпрограммы**

- Развить у учащихся интерес к биологическим наукам и определённым видам практической деятельности (медицине, лабораторным исследованиям и др.), выявитьинтересыипомочьввыборепрофиляв старшемзвене
  - Познакомить с современными методами научного исследования, применяющимисяприизучении физиологическихпроцессоворганизма человека.
  - Вооружить учащихся некоторыми навыками самонаблюдения и лабораторными навыками
- Расширитьиуглубитьуучащихся общебиологическийкругозорподаннойтематике.

### **Планируемырезультатыосвоенияучебногпредметабиологии с описаниемуниверсальныхучебныхдействий,достигаемыхобучающимися**

#### **Личностные**

*ОбучающийсяполучитвозможностьдляформированияследующихличностныхУУД:*

- определениемотивацииизученияучебноматериала;
- оценивание усваиваемого учебного материала, исходя из социальных и личностныхценностей;
- формированиецелостнойнаучнойкартинымира;
- пониманиевозрастающейролиестественныхнаукинаучныхисследованийвсовременном мире, постоянного процесса эволюции научного знания, значимостимеждународного научногосотрудничества;
- овладениенаучнымподходомврешениизадач;
- овладение умением сопоставлять экспериментальные и теоретические знания собъективными реалиямиз жизни;
- воспитаниеответственногоибережногоотношениякокружающейсреде;
- овладение экосистемной познавательной моделью и её применение в

целях прогноза экологических рисков для здоровья людей, безопасности жизни;

- осознание значимости концепции устойчивого развития;
- формирование умений безопасного и эффективного использования лабораторного оборудования, проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов, представления научно обоснованных аргументов своих действий, основанных на межпредметном анализе учебных задач

### ***Метапредметные результаты***

#### ***Регулятивные***

*Обучающийся получит возможность для формирования следующих регулятивных УУД*

- целеполагание, включая постановку новых целей, преобразование практической задачи в познавательную, самостоятельный анализ условий достижения цели на основе учёта выделенных учителем ориентиров действия в новом учебном материале;
- планирование пути достижения целей;
- установление целевых приоритетов, выделение альтернативных способов достижения цели и выбор наиболее эффективного способа;
- умение самостоятельно контролировать своё время и управлять им;
- умение принимать решения в проблемной ситуации;
- постановка учебной задачи, составление плана и последовательности действий;
- организация рабочего места при выполнении химического эксперимента;
- прогнозирование результата усвоения, оценивание усвоенного материала, оценка качества и уровня усвоения, коррекция в план и способ действия при необходимости

#### ***Познавательные***

*Обучающийся получит возможность для формирования следующих познавательных УУД:*

поиск и выделение информации;

- анализ условий и требований задачи, выбор, сопоставление и обоснование способов решения задачи;
- выбор наиболее эффективных способов решения задачи в зависимости от конкретных условий;
- выдвижение и обоснование гипотезы, выбор способа её проверки;
- самостоятельное создание алгоритма деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;
- участвовать в проектно-исследовательской деятельности;
- проводить наблюдение и эксперимент под руководством учителя;
- давать определение понятиям;
- осуществлять сравнение, классификацию, самостоятельно выбирая основания и критерии для указанных логических операций;
- объяснять явления, процессы, связи и отношения, выявляемые в ходе исследования;
- уметь структурировать тексты (выделять главное и второстепенное, главную идею текста);
- анализировать, сравнивать, классифицировать и обобщать факты и явления;
- выявлять причины и следствия простых явлений.

#### ***Коммуникативные***

*Обучающийся получит возможность для формирования следующих коммуникативных УУД:*

- соблюдать нормы публичной речи и регламент в монологе и дискуссии;
- формулировать собственное мнение и позицию, аргументировать их;
- координировать свою позицию с позициями партнёров в сотрудничестве при выработке общего решения в совместной деятельности;
- устанавливать и сравнивать разные точки зрения, прежде чем принимать решения и делать выбор;
- осуществлять взаимный контроль и оказывать в сотрудничестве необходимую взаимопомощь;
- организовывает и планирует учебное сотрудничество с учителем и сверстниками; определять цели и функции участников, способы взаимодействия; планировать общие способы работы;
- уметь работать в группе — устанавливать рабочие отношения, эффективно сотрудничать;
- способствовать продуктивной кооперации; устраивать групповые обсуждения и обеспечивать обмен знаниями между членами группы для принятия эффективных совместных решений;
- самостоятельно организовывать учебное взаимодействие в группе (определять общие цели, распределять роли, договариваться друг с другом).

*Средством формирования коммуникативных УУД служат технология проблемного диалога*

*(побуждающий и подводный диалог) и работа в малых группах, также использована уроках элементов технологии продуктивного чтения.*

### Предметные результаты

Обучающийся научится:

- выделять существенных признаков биологических объектов (отличительных признаков живых организмов; организма человека; экосистем; биосферы) и процессов (обмен веществ и превращение энергии, питание, дыхание, выделение, транспорт веществ, рост, развитие, размножение, регуляция жизнедеятельности организма; круговорот веществ и превращение энергии в экосистемах);
- приводить доказательства (аргументация) родства человека с млекопитающими животными; взаимосвязи человека и окружающей среды; зависимости здоровья человека от состояния окружающей среды; необходимости защиты окружающей среды; соблюдения мер профилактики заболеваний, вызываемых растениями, животными, бактериями, грибами и вирусами, травматизма, стрессов, ВИЧ-инфекции, вредных привычек, нарушения осанки, зрения, слуха, инфекционных и простудных заболеваний;
- определять принадлежность биологических объектов к определенной систематической группе;
- объяснять роль биологии в практической деятельности людей; места и роли человека в природе; родства, общности происхождения и эволюции растений и животных (на примере сопоставления отдельных групп); роли различных организмов в жизни человека; значения биологического разнообразия для сохранения биосферы; механизмов наследственности и изменчивости, проявления наследственных заболеваний у человека, видообразования и приспособленности;
- различать на таблицах части и органы клетки, органы и системы органов человека; на живых объектах и таблицах органов цветкового растения, съедобных и ядовитых грибов; опасных для человека растений и животных;
- сравнивать биологические объекты и процессы, уметь делать выводы и умозаключения на основе сравнения;
- овладеть методами биологической науки: наблюдение и описание биологических объектов и процессов; постановка биологических экспериментов и объяснение их результатов;
- знать основные правила поведения в природе и основы здорового образа жизни;
- проводить анализ и оценку последствий деятельности человека в природе, влияния факторов риска на здоровье человека
- знать и соблюдать правила работы в кабинете биологии;
- соблюдать правила работы с биологическими приборами и инструментами (препаровальные иглы, скальпели, лупы, микроскопы, цифровое лабораторное оборудование);
- освоить приемы оказания первой помощи простудных заболеваниях, ожогах, обморожениях, травмах, спасении утопающего; рациональной организации труда и отдыха; проведения наблюдений за состоянием собственного организма.

*Обучающийся получит возможность научиться:*

- овладеть умением оценивать эстетическую точку зрения объекты живой природы;
- доказывать взаимосвязь органов, систем органов с выполняемыми функциями;
- развивать познавательные мотивы и интересы в области анатомии и физиологии;
- применять анатомические понятия и термины для выполнения практических заданий

### **Формы контроля**

Контроль результатов обучения в соответствии с данной ОП проводится в форме письменных и экспериментальных работ, предполагается проведение промежуточной и итоговой аттестации. Промежуточная аттестация проводится в виде тестирования по темам курса, принимаются отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, итоговые учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе.

### **Срок реализации**

Программа рассчитана на 1 год обучения. Периодичность занятий: еженедельно, 2 часа

## Основное содержание программы курса

### Учебно-тематический план

№	Название разделов и тем	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
Тема 1	Строение и функции организма. Инструктаж по технике безопасности	2	1	1
Тема 2	Регуляция функций организма	4	3	1
Тема 3	Показатели работы мышц. Утомление	9	3	6
Тема 4	Внутренняя среда организма	4	3	1
Тема 5	Кровообращение	15	5	10
Тема 6	Сердце — центральный орган системы кровообращения	4	1	3
Тема 7	Дыхание	6	2	4
Тема 8	Пищеварение	7	3	4
Тема 9	Обмен веществ и энергии	4	2	2
Тема 10	Выделение. Кожа	5	3	2
Тема 11	Биоэлектрические явления в организме	3	3	—
Тема 12	Жизненный путь человека (циклы развития). Реальный и биологический возраст	3	2	1
Тема 13	Проектная работа (защита проекта)	2	—	2
<b>Итого</b>		<b>68</b>	<b>31</b>	<b>37</b>

## Содержание программы

### **Тема 1. Строение и функции организма (лекция) (2ч)**

Некоторые общие данные о строении организма. Работа со световым микроскопом: рассмотрение микропрепаратов клетки, тканей. Строение и функции органов и систем органов

### **Тема 2. Регуляция функций организма (4ч)**

Организм как целое. Виды регуляций функций организма. Гуморальная регуляция и её значение. Строение и функции эндокринных желёз: гипоталамуса, гипофиза, щитовидной железы, паращитовидной железы, поджелудочной железы (островков Лангерганса), надпочечников, половых желёз. Гормоны: либерины и статины, тропные гормоны, гормон роста, вазопрессин, тиреоидные гормоны, кальцитонин, паратгормон, инсулин, глюкагон, андрогены. Нарушения работы эндокринных желёз. Нервная регуляция функций организма: значение нервной регуляции, рефлекс — основе нервной деятельности. Принцип обратных связей. Условные и безусловные рефлексы. Основные понятия темы: спинной мозг, головной мозг, эндокринные железы, регуляция, гормоны, рецепторы, нейроны, эффектор, рефлекс. Демонстрация: таблица «Строение эндокринных желёз», модель головного мозга, схема «Рефлекторные дуги безусловных рефлексов».

*Лабораторная работа № 1.* «Определение безусловных рефлексов различных отделов мозга»

### **Тема 3. Показатели работы мышц. Утомление (9ч)**

*Лабораторная работа № 1.* «Определение силы мышц, статической выносливости и импульсасилы».

*Лабораторная работа № 2.* «Активный отдых».

*Лабораторная работа № 3.* «Измерение абсолютной силы мышечкистичеловека».

*Лабораторная работа № 4.* «Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц помощью динамометрии».

*Лабораторная работа № 5.* «Влияние статической и динамической нагрузок на развитие утомления».

*Лабораторная работа № 6.* «Влияние активного отдыха на утомление». Контрольная работа № 1.

### **Тема 4. Внутренняя среда организма (4ч)**

Понятие о внутренней среде организма. Гомеостаз. Роль различных органов в поддержании гомеостаза. Кровь — одна из внутренних сред организма; значение крови, количество и состав крови. Плазма крови. Осмотическое давление плазмы крови. Солевые растворы: изотонический, гипертонический, гипотонический. Гемолиз эритроцитов. Белки плазмы крови. Физиологический раствор. Водородный показатель крови. Клетки крови: эритроциты, их количество, форма. Подсчёт эритроцитов, счётная камера Горяева. Значение эритроцитов в поддержании постоянства внутренней среды. Скорость оседания эритроцитов, прибор Панченкова. Лейкоциты, их количество. Разнообразие форм лейкоцитов: зернистые (базофилы, эозинофилы, нейтрофилы), незернистые (лимфоциты, моноциты). Лейкоцитарная формула здорового человека. Изменение соотношения различных форм лейкоцитов под влиянием заболеваний и лекарственных препаратов Фагоцитоз — защитная реакция организма. И. И. Мечников — основоположник учения об иммунитете. Тромбоциты. Свёртывание крови. Группы крови. Переливание крови. Работы Ж. Дени, Г. Вольфа, К. Ландштейнера, Я. Янского по переливанию крови. Резус-фактор эритроцитов Гемолитическая желтуха у новорожденных Механизм агглютинации эритроцитов. Правила переливания крови. Способы переливания крови: прямое, непрямое переливание

*Основные понятия темы:* гомеостаз, разные диапазоны показателей внутренней среды, осмотическое давление, изотонический раствор, гипертонический раствор, гипотонический раствор, водородный показатель, сыворотка, фибрин, фибриноген, тромбин, протромбин, тромбопластин, глобулины, гепарин, фибринолизин, гирудин, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, донор, реципиент. Демонстрация: таблицы «Строение крови», «Группы крови человека», «Лейкоцитарная формула здорового человека», «Схема возникновения гемолитической болезни новорожденных».

*Лабораторная работа № 1.* Строение и функции клеток крови (Микроскоп). Контрольная работа № 2

### **Тема 5. Кровообращение (15ч)**

Значение кровообращения. Движение крови по сосудам. Непрерывность движения крови. Причины движения крови по сосудам. Кровяное давление. Скорость движения крови Движение крови

повенам Кровообращение в капиллярах Иннервация сердца и сосудов. Роль Ф.В. Овсянникова в изучении вопросов регуляции кровообращения. Изменения работы сердца под влиянием адреналина, ацетилхолина, ионов калия, ионов кальция Заболевания сердечно-

сосудистой системы: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, воспалительные заболевания (миокардит, ревматизм сердца), атеросклероз сосудов Меры их профилактики (ЗОЖ, медосмотры)

*Основные понятия темы:* предсердия, желудочки, полулунные клапаны, створчатые клапаны, систола, диастола, синусно-предсердный узел, предсердно-желудочковый узел, миокард, эндокард, эпикард, сосудосуживающий нерв, сосудодвигательный центр, электрокардиограмма

*Демонстрация:* модель сердца человека, таблица «Органы кровообращения», схема иннервации сердца

*Лабораторная работа № 1.* «Определение артериального

давления» *Лабораторная работа № 2.* «Реакция ЧСС и АД на общие физические нагрузки» *Лабораторная работа № 3.* «Реакция ЧСС и АД на локальную нагрузку»

*Лабораторная работа № 4.* «Определение в покое минутного и систолического объёма крови. Расчёт сердечного индекса».

*Лабораторная работа № 5.* «Влияние тренировки на производительность сердца в условиях динамической физической нагрузки»

*Лабораторная работа № 6.* «Влияние ортостатической пробы на показатели гемодинамики»

*Лабораторная работа № 7.* «Оценка уровня здоровья человека по показателю ортостатической пробы»

*Лабораторная работа № 8.* «Влияние дыхания на артериальное кровяное давление». *Лабораторная работа № 9.* «Реактивная гиперемия».

*Лабораторная работа № 10.* «Сопряжённые сердечные рефлекссы». Контрольная работа № 3.

### **Тема 6. Сердце — центральный орган системы кровообращения (б)**

Сердце — центральный орган системы кровообращения. Особенности строения и работы клапанов сердца. Пороки сердца врождённые и приобретённые. Кардиохирургические методы устранения пороков сердца, протезирование клапанов. Сердечный цикл: систола, диастола. Систолический и минутный объём крови. Сердечный толчок.

Тоны сердца. Автоматия сердца. Проводящая система сердца: типичная, атипичная мускулатура сердца, синусно-

предсердный узел, предсердно-желудочковый узел. Электрические явления в сердце. Современный метод изучения работы сердца: электрокардиография, эхокардиография, велоэргометрия, стресс-эхокардиография. А.Ф. Самойлов — основоположник русской

электрофизиологии и электрокардиографии

*Лабораторная работа № 1.* «Регистрация ЭКГ. Определение основных интервалов». *Лабораторная работа № 2.* «Влияние психоэмоционального напряжения на вариабельность ритма сердца».

*Практическая работа № 1.* «Регистрация ЭКГ в I, II и III стандартных отведениях, определение электрической оси сердца»

### **Тема 7. Дыхание (бч)**

Значение дыхания. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Парциальное давление кислорода и углекислого газа во вдыхаемом и альвеолярном воздухе и их напряжение в крови. Зависимость газообмена в лёгких от величины диффузной поверхности и разности парциального давления диффундирующих газов. Перенос газов кровью. Причины гибели людей на больших высотах. Дыхательные движения. Глубина

и частота дыхательных движений у разных групп населения. Зависимость дыхательных движений от тренировки организма. Жизненная ёмкость лёгких. Необходимость определения функций внешнего дыхания у призывников. Регуляция дыхания: автоматизм дыхательного центра, рефлекторное изменение частоты и глубины дыхательных движений, гуморальное влияние на дыхательный центр. Нарушение целостности дыхательной системы. Оживление организма. Клиническая, биологическая, социальная смерть

Основные понятия темы: диффузия, парциальное давление, напряжение газов, гемоглобин, оксигемоглобин, дыхательные мышцы, диафрагма, лёгочная плевра, пристеночная плевра, плевральная полость, пневмоторакс, спирометр, дыхательный центр

*Демонстрация:* схема механизма вдоха и выдоха.

*Лабораторная работа № 1.* «Спирометрия»

*Лабораторная работа № 2.* «Определение объёма лёгких и их зависимости от антропометрических показ

ателейипозы»

*Лабораторная работа №3.* «Альвеолярная вентиляция. Влияние физической нагрузки на потребление кислорода»

*Лабораторная работа №4.* «Пробы задержкой дыхания на вдохе/выдохе и при гипервентиляции»

Контрольная работа №4.

### **Тема 8. Пищеварение (7ч)**

Значение пищеварения Свойства пищеварительных ферментов Обработка и изменение пищи в ротовой полости. Виды слюнных желез: околоушные, подчелюстные, подъязычные, железы слизистой нёба и щек . Состав слюны, ферменты слюны . Работа слюнных желез . Регуляция слюноотделения . Пищеварение в желудке . Типы желудочных желез: главные, обкладочные, добавочные, их функционирование. Состав и свойства желудочного сока. Ферменты желудочного сока: пепсин, химозин, липаза . Отделение желудочного сока на разные пищевые вещества . Роль блуждающего и симпатического нервов в регуляции отделения желудочного сока . Переход пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку. Секреторная функция поджелудочной железы. Ферменты поджелудочной железы: трипсин, амилаза, мальтаза. Печень, её роль в пищеварении. Желчь: виды (пузырная, печеночная), состав, значение. Механизм поступления желчи в двенадцатиперстную кишку. Кишечный сок — состав и свойства. Механизм секреции кишечного сока . Перистальтика кишечника . Маятниковые движения кишечника . Остановка кишечника . Пищеварение в толстой кишке: деятельность бактерий . Всасывание в пищеварительном тракте, функции ворсинок. Механизм всасывания: диффузия, фильтрация, осмос. Регуляция всасывания. Методика И.П. Павлова в изучении деятельности пищеварительных желез. Современные методы изучения пищеварительного тракта: эндоскопия, фиброгастроскопия, ректороманоскопия, колоноскопия, магнито-ядерный резонанс. Заболевания желудочно-кишечного тракта: гастрит, язвы, дуоденит, опухоли . Меры профилактики

*Основные понятия темы:* ферменты, пищеварительные железы, слюноотделительный рефлекс, пристеночное пищеварение, диффузия, фильтрация, осмос, фистульный метод.

*Лабораторная работа № 1.* «Изучение ферментативного действия слюны человека на углеводы».

*Лабораторная работа № 2.* «Значение механической обработки пищи в полости рта для её переваривания в желудке».

*Лабораторная работа №3.* «Изучение некоторых свойств слюны и желудочного сока»

*Лабораторная работа № 4.* «Влияние афферентации от рецепторов полости рта на результативность целенаправленной деятельности».

Контрольная работа №4.

### **Тема 9. Обмен веществ и энергии (4ч)**

Обмен веществ как основная функция жизни. Значение питательных веществ. Процессы ассимиляции и диссимиляции Роль ферментов во внутриклеточном обмене Роль белков в обмене веществ, их специфичность. Нормы белка в питании, биологическая ценность белков Обмен углеводов и жиров Значение воды и минеральных солей в организме Обмен воды и минеральных солей Регуляция водно-солевого обмена Обмен энергии: прямая и непрямая калориметрия, основной обмен . Энергия пищевых веществ, нормы питания, режим питания. Нарушения обмена веществ: ожирение . Основные понятия темы: ассимиляция, диссимиляция, внутриклеточный обмен, водный баланс, аминокислоты: заменимые, незаменимые; белки: полноценные, неполноценные; гликоген, диабет, осморепторы, калориметрия.

*Демонстрация:* таблицы «Образование энергии при окислении веществ в организме», «Состав пищевых продуктов и их калорийность», «Суточная энергетическая потребность подростков», «Суточный рацион пищевых продуктов».

*Лабораторная работа № 1.* «Определение энергозатрат по состоянию сердечных сокращений»

*Лабораторная работа №2.* «Составление пищевого рациона».

### **Тема 10. Выделение. Кожа (5ч)**

Строение почек. Функции почек. Кровоснабжение почек . Образование мочи . Регуляция деятельности почек . Нарушения работы мочевыделительной системы . Искусственная почка . Методы изучения мочевыделительной системы . Основные понятия темы: нефрон, корковый слой, мозговой слой, почечный каналец, капиллярный клубочек, моча, реабсорбция. Кожа. Понятие о терморегуляции . Значение терморегуляции для организма человека . Физиология закаливания организма . Первая помощь при ожогах и обморожениях



*Демонстрация:* таблицы «Мочевыделительная система», «Содержание веществ в плазме крови», «Схема строения капиллярного клубочка», «Схема строения почечного тельца».

*Лабораторная работа №1.* «Исследование потоотделения по Минору».

*Лабораторная работа №2.* «Зависимость кровоснабжения кожи от температуры окружающей среды».

### **Тема 11. Биоэлектрические явления в организме (3ч)**

Л. Гальвани и А. Вольт — история открытия «животного электричества». Потенциал покоя, мембранно-ионная теория. Потенциал действия. Изменение ионной проницаемости мембран. Калий-натриевый насос. Значение регистрации биоэлектрических явлений. Методы изучения биоэлектрических явлений в организме: электроэнцефалография, электромиография

*Основные понятия темы:* потенциал покоя, потенциал действия, проницаемость клеточной мембраны, ритмы электроэнцефалограммы: альфа-ритм, тета-ритм, бета-ритм, дельта-ритм

*Демонстрация:* таблицы «Схема расположения электродов для регистрации энцефа-лограммы», «Схема неповреждённого поляризованного нервного волокна», электромиограммы, «Электроэнцефалограмма головного мозга».

*Экскурсия по теме* «Методы определения биоэлектрических явлений в организме» в поликлинику больницы, в кабинет функциональной диагностики

### **Тема 12. Жизненный путь человека (циклы развития). Реальный и биологический возраст (лекция) (3ч)**

Онтогенетическое развитие человека. Понятие биологического и реального возраста человека

*Практическая работа №2.* «Определение биологического возраста по методу Войтенко».

### **Тема 13. Защита проектных работ (2ч)**

Предлагается для проектной работы следующая тема (примерные):

1. Динамика физической работоспособности (РWC170) и МПК в недельном и месячном циклах тренировки спортсменов избранной специализации. Динамика ЧСС в покое и после специальной нагрузки у спортсменов в избранной специализации в недельном и месячном циклах тренировочного процесса

2. Сравнительная характеристика общей физической работоспособности детей среднего и старшего школьного возраста, активно занимающихся и не занимающихся спортом.

4. Динамика индекса физической работоспособности (ИГСТ) в Гарвардском степ-тесте в недельном и месячном циклах тренировки спортсменов избранной специализации.

5. Сравнительная характеристика функционального состояния нервно-мышечного аппарата у спортсменов различных специализаций и квалификации по данным мио-но-метрии.

6. Характеристика показателей внешнего дыхания (ЧД, время произвольной задержки дыхания) в покое и после работы различной мощности.

7. ЧСС и АД при работе разной мощности.

8. Физиологическая характеристика предстартовых состояний по выраженности реакций АД и ЧСС в зависимости от значимости соревнований.

9. Физиологическая характеристика предстартовых состояний по выраженности реакции ЧД в произвольной задержке дыхания в зависимости от значимости соревнований

10. АД и ЧСС в предстартовом состоянии в зависимости от вида разминки.

11. Качество реакции ССС на физические нагрузки (по пробе Руфье) — определяется ЧСС и АД.

12. Влияние дозированных физических нагрузок на степень насыщения артериальной крови кислородом (оксигеметрия).

13. Изменение некоторых гемодинамических констант (ЧСС, АД, УОК, МОК) при выполнении стандартной физической нагрузки (степ-тест).

14. Некоторые константы вегетативной нервной системы как показатели тренированности организма (орто-, клино-статическая пробы, вегетативный индекс Кердо)

15.

Адаптивные изменения некоторых функциональных показателей органов дыхания при физических нагрузках (ЖЕЛ, МОД, пробы Штанге и Генча).

16. Психофизиологическая диагностика в спортивном отборе.

17. Оценка функционального состояния ЦНС у спортсменов.

18. Оценка состояния регуляции сердечного ритма по данным вариационной пульсометрии.

19. Влияние соревновательных нагрузок на характер регуляции сердечного ритма

.

20. Динамика активности нервно-мышечного аппарата (по показателям кистевой ди-

наметрии, мионометрии, теппинг-

теста) у представителей выбранной специализации в годичном цикле тренировочного процесса.

21. Сравнительная характеристика двигательных способностей у представителей выбранной специализации по времени двигательной реакции

22 . Динамика ЧСС у представителей выбранной специализации на стандартную специальную нагрузку в отдельные периоды годичного цикла тренировки

23 . Изменение частоты дыхания в микроцикле в зависимости от объёма тренировочных нагрузок.

24. Динамика реакции на движущийся объект в зависимости от мощности выполненной нагрузки

25. Психофизиологические особенности спортсменов в избранном виде спорта.

26. Значение индивидуально-типологических особенностей для выбора соревновательной деятельности спортсмена.

27. Влияние индивидуальных биоритмов на работоспособность подростка в избранном виде спорта
- 28 .Определение энерготрат при выполнении конкретных упражнений в избранном виде спорта.
- 29 .Энергетическая, пульсовая и эмоциональная стоимость работы у школьников, занимающихся разными видами спорта.
- 30 Определение уровня общей работоспособности у спортсменов в разных специализациях
31. Максимальная лёгочная вентиляция (МВЛ) как метод оценки функционального состояния спортсменов
- 32 .Влияние систематических занятий спортом на состояние жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ)
- 33 .Утомление при выполнении различных физических упражнений.
- 34 .Развитие мышечной силы у подростка .
- 35 .Оценка функционального состояния у спортсменов в разных специализациях.

## **Оформление отчётов по практическим работам**

Ведение протокола научного исследования предусматривает отражение следующих основных разделов экспериментальной работы:

1. название работы; 2. цель работы;

3 .оборудование и материалы;

4 .объект исследования (человек);

5 . Ход работы . Приводится краткое, но вместе с тем емкое описание методики проводимого исследования; указываются все основные этапы проведения научного эксперимента, при необходимости концентрации используемых лекарственных средств или химических реагентов . Если вносятся какие-то изменения в проведение самого эксперимента, то это обязательно отражается в описании хода работы;

6 . результаты работы. Полученные в эксперименте результаты могут быть представлены в виде оригинальных записей, полученных с приборов, например, электрокардиографа или спирографа . Если возможно, то для выявления основных закономерностей изучаемых явлений по полученным данным строят таблицы, графики или схемы . Графики (схемы) должны иметь соответствующие обозначения;

7. заключение по работе (выводы). Это самый важный раздел протокола эксперимента, выявляющий глубину понимания изучаемой проблемы и умение применить теоретические знания при объяснении результатов, полученных в реальном эксперименте . Необходимо проанализировать полученные результаты с точки зрения современного уровня развития физиологии, представить конкретные механизмы, лежащие в основе наблюдаемых явлений . В заключении также следует объяснить, какое значение обнаруженный способ регуляции имеет в работе целого организма. В случае расхождения полученных результатов с теоретически ожидаемыми, необходимо установить возможные причины этих расхождений

# Лабораторные работы, которые выполняются с использованием цифровой лаборатории

## Тема 3. Показатели работы мышц. Утомление

### Лабораторная работа №1

#### «Определение силы мышц, статической выносливости и импульса силы»

##### Теоретическая часть

Мышцы обладают работоспособностью, то есть при сокращении могут поднимать груз на определённую высоту. Работоспособность мышц характеризуется такими показателями, как сила и выносливость, которые зависят от структуры мышц, вида двигательных единиц, входящих в мышцу, а в целом организма, главным образом, от режима деятельности нервных клеток. Различают синхронный режим, когда возбуждается большое количество двигательных нейронов, одновременно посылающих команды мышечным волокнам, и асинхронный режим, когда нервные клетки, а следовательно, и мышечные волокна возбуждаются попеременно. При синхронном режиме нервных центров развивается большая сила мышц, а выносливость зависит, в основном, от характера двигательных единиц.

Различают *медленные* и *быстрые двигательные единицы*. У медленных мотонейронов меньше размер самой клетки, а также толщина аксона, скорость проведения возбуждения, количество мышечных волокон, иннервируемых аксоном, скорость сокращения, хорошо развита капиллярная сеть. В мышечном волокне замедлена скорость выхода кальция из саркоплазматического ретикула и скорость связывания его стронцием, больше митохондрий, выше активность окислительных ферментов. Всё это способствует совершению длительной работы при медленном развитии и утомления.

У быстрых двигательных единиц выше частота импульсации и больше миофибрилл, но меньше митохондрий, *миоглобина* (белка, запасющего кислород в мышцах), капилляров. Быстрые двигательные единицы предназначены для кратковременной, но мощной работы.

Таким образом, сила и выносливость — это относительно автономные показатели работоспособности. Мышца может развивать большую силу, но обладать низкой выносливостью и наоборот. Интегральными показателями работоспособности при динамической работе являются объём работы в кгм и мощность в кгм/мин или Вт, Дж; а при статических напряжениях — импульс силы в кг × сек. Для измерения показателей работоспособности используют различные модели динамометров, эргометров и эргографов.

##### Практическая часть

*Цель работы:* определить силу мышцы статическую выносливость.

*Оборудование:* компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, Датчик ручной силы — динамометр

*Инструкция по выполнению лабораторной работы:*

##### Ход работы:

Измеряют силу мышц — сгибателей пальцев правой и левой руки с помощью ручного пружинного динамометра. Динамометр держат в вытянутой руке и при опускании руки сжимают его с максимальным возможным усилием. Измерения проводят для каждой руки по 3 раза с интервалом в 5 сек. Для определения статической выносливости испытуемому предлагают удерживать на динамометре усилие в  $1/3$  от максимального до полного утомления, то есть невозможности удержания заданного усилия.

## Результаты измерений/наблюдений

Записывают величину максимальной силы в килограммах для правой и левой рук и показатели статической выносливости кисти в сек. Сравнивают показатели на правой и левой руке. Рассчитывают интегральный показатель работоспособности при статических напряжениях — *импульс силы по формуле: ИС = Р X СВ*, в кг сек, где Р — максимальная сила (кг), СВ — статическая выносливость (сек).

Сравнивают показатели работоспособности у нескольких испытуемых, делают вывод о механизмах, обеспечивающих силу и выносливость мышц.

### Обработка результатов

1. Вычислить средние значения (М) силы правой и левой рук.

2 . Вычислить коэффициент асимметрии (КА) для силы рук . В процессе измерения силы мышечного напряжения и статической мышечной выносливости по показателям времени удержания и интенсивности тремора рассчитывают коэффициент асимметрии (КА) . В общей форме величину его определяют по следующей формуле:

где  $U_{пр}$  — показатель правой руки и  $U_{л}$  — показатель левой руки.

3 . Вычислить индекс реактивности (ИР) для правой и левой рук, а также для становой силы по формуле, приведенной в занятии 9.2 .

*Вопросы для усвоения:*

1. Каковы изменения силы мышц после нагрузки?

2 . Каково соотношение силы мышечного напряжения и статической мышечной выносливости?

3 . О чем свидетельствуют характеристики тремора и асимметрии при измерении силы и мышечной выносливости?

## Лабораторная работа №2

### «Активный отдых» Теоретическая часть

Изучая работу мышц и утомление, один из основоположников физиологии труда И. М. Сеченов заметил, что если в течение отдыха после утомительной работы одной рукой производить легкую работу другой рукой, то работоспособность восстанавливается быстрее, чем при пассивном отдыхе . Он объяснил этот феномен индукционными взаимоотношениями в нервных центрах, при которых работа другой рукой в период отдыха способствует углублению торможения в ранее утомленных центрах . Интенсивное торможение ускоряет восстановительные процессы. Открытый И . М . Сеченовым феномен активного отдыха является доказательством центральной природы утомления и широко используется в физической культуре и спорте для ускорения восстановительных процессов.

### Практическая часть

*Оборудование:* компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ручной силы — динамометр

### **Инструкция по выполнению лабораторной работы**

#### **Ход работы:**

Два испытуемых измеряют статическую выносливость кисти, удерживая на кистевом динамометре усилие в 1/3 от максимального до отказа. Первый испытуемый в периоде отдыха в течение одной минуты ритмично сжимает динамометр с небольшим усилием, второй в это время пассивно отдыхает. Затем они вновь измеряют статическую выносливость

**Интерпретация результатов:** результаты фиксируют в таблицу 1 и рассчитывают эффективность восстановления в % по формуле:

$$ЭВ = \frac{СВ_{до}}{СВ_{после}} \times 100\%$$

Таблица 1

Восстановление статической выносливости после активного отдыха

Отдых	СВ(сек) до отдыха	СВ(сек) после отдыха	ЭВ(%)
Активный			
Пассивный			

Сделать вывод о механизмах активного отдыха.

1. Что является ведущей ролью в утомлении?
2. Как влияет величина нагрузки на развитие утомления?
3. В чём основное отличие активного отдыха от пассивного?

### **Лабораторная работа №3**

#### **«Измерение абсолютной силы мышц кисти человека»**

**Цель работы:** освоение динамометрии.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ручной силы — динамометр.

**Объект исследования:** человек.

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы**

##### **Ход работы**

Плавное максимальное усилие производят жатие динамометра; резкие взмахи предплечья при этом недопустимы. После снятия показаний шкалы для подготовки динамометра к последующим измерениям стрелка его должна быть возвращена в нулевое положение! Проводят динамометрию мышц другой руки. Для каждой руки необходимо произвести 3 измерения силы ее кисти. Между отдельными измерениями необходимо делать 30 секундные интервалы отдыха.

Рекомендации к оформлению.

В протоколе следует указать среднее значение абсолютной силы мышц правой и левой руки для трех-четырёхразлично тренированных лиц разного пола, сравнить эти показатели и сделать вывод о влиянии пола и физической тренировки на силу мышц

	1	2	3
Левая рука			
Правая рука			

#### **Вопросы для усвоения:**

1. От чего зависит сила мышц?
2. На какой возрастной период приходится наибольшая сила мышц?

- 3 .Почему кистевая сила правой руки, как правило, больше левой?  
 4 .Почему сила мышц мальчиков больше силы мышц девочек?

#### Лабораторная работа №4

##### «Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц спомощью динамометрии»

**Цель работы:** изучить влияние тренированности на выносливость к физической нагрузке .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик кручной силы — динамометр  
**Объект исследования:** человек.

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

##### Ход работы

Испытуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу. Вторая рука опущена, и мышцы ее расслаблены. По сигналу экспериментатора испытуемый дважды максимально сжимает динамометр . Силу мышц оценивают по лучшему результату. Затем испытуемый сжимает динамометр еще 10 раз с частотой 1 раз в 5 с. Записывают результаты и рассчитывают уровень работоспособности мышц по формуле:

$P = (F_1 + F_2 + \dots + F_n) \times N$ , где

P — уровень работоспособности; F — показатели динамометрии; N — количество попыток.

Рассчитывают показатель снижения работоспособности мышц по формуле:

$S = [(F_1 - F_{min}) \times F_{max}] \times 100$ , где

S — показатель снижения работоспособности; F1 — величина начального мышечного усилия;

Fmin — величина минимального мышечного усилия; Fmax —

величина максимального мышечного усилия.

##### Рекомендации оформлению

Для анализа полученных данных следует построить график, в котором на оси абсцисс отложить порядковый номер усилий, на оси ординат — показатели динамометрии при каждом усилии . Необходимо сравнить при этом результаты двух-трех учеников, различно тренированных к физическим нагрузкам. Графическое изображение позволит проанализировать скорость вратывания и время развития утомления, а также сравнить состояние этих показателей у различно тренированных людей.

##### Вопросы для усвоения:

1. Как изменяется сила мышц после нагрузки?
2. Какое соотношение силы мышечного напряжения и статической выносливости?
3. О чём свидетельствует асимметрия при измерении силы мышц и мышечной выносливости?

#### Лабораторная работа №5

##### «Влияние статической и динамической нагрузок на развитие утомления»

**Цель работы:** сравнить скорость развития утомления при статической и динамической нагрузках

**Приборы и материалы:** груз весом 2 килограмма, часы с секундной стрелкой .

**Объект исследования:** человек

### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

#### **Ход работы**

Взять рукой груз. По команде отвести вытянутую руку с грузом в сторону и установить её под прямым углом к телу. Выявить время по секундомеру от момента установки руки в заданной позиции до начала невольного её опускания. После 15-минутного отдыха осуществлять неоднократно поднятие руки с грузом (в умеренном темпе) до указанной позиции. Отметить время появления неполного поднятия руки, т. е. непрямого угла между рукой и телом

Рекомендации по оформлению

Результаты работы представить в виде показателей времени в секундах от начала работы до появления утомления, сделать соответствующий вывод.

#### **Вопросы для усвоения:**

Что такое утомление мышц?

Как нагрузка влияет на развитие утомления мышц? Какая работа более утомительна?

### **Лабораторная работа №6**

#### **«Влияние активного отдыха на утомление»**

**Цель работы:** убедиться в возможности влияния активного отдыха на процессы утомления

**Приборы и материалы:** набор грузиков, секундомер.

**Объект исследования:** человек.

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

##### **Ход работы**

Трём испытуемым-

добровольцам предлагают удерживать груз на вытянутой руке, установив её в исходном положении на уровне горизонтальной линии, «проведенной» укрепленной на доске (стене) бумажной лентой — отдельной для каждого испытуемого.

С помощью трёх часов с секундной стрелкой проводится контроль за каждым испытуемым: отмечается длительность отрезка времени до развития утомления, т. е. до опускания руки ниже горизонтальной линии. Когда утомление разовьется у всех испытуемых, им предлагается сесть, после чего им в течение 5—8 минут зачитывается эмоционально окрашенный текст, способный заинтересовать студентов («Записки юного врача» М. Булгакова, «Руководство для желающих жениться» А. Чехова, «Я другой такой страны не знаю, где так вольно дышит человек» М. Задорнова и др.). Отмечают длительность чтения. По окончании его испытуемым предлагают выполнить прежнюю работу, контролируя длительность развития утомления. После появления его признаков у всех испытуемых им предлагается сесть за рабочие столы и отдыхать пассивно, без чтения или общения с людьми. По прошествии отрезка времени, равного длительности чтения рассказа, испытуемые выполняют работу по удержанию груза в третий раз.

Данные вновь заносят в таблицу.

Испытуемые	Исходные значения, с	После активного отдыха (а), с	После пассивного отдыха (П), с
1-й испытуемый			
2-й испытуемый			
3-й испытуемый			



Далее проводится анализ полученных данных путем сравнения ряда цифр, соответствующих пассивному отдыху (П) с рядом цифр, отражающих влияние активного (А) отдыха. Замысел опыта таков, что параметры ряда П должны быть меньше цифр ряда А, что может говорить о более успешном снятии утомления активным отдыхом. Однако у некоторых испытуемых данные могут быть иными, если выполняемая по удержанию груза работа являлась для них не средней или легкой, а интенсивной. В таком случае более эффективным может стать пассивный отдых, и параметр П может быть больше А.

Рекомендации по оформлению

Сделайте выводы влияния активного отдыха на процесс восстановления работоспособности

### **Вопросы для усвоения:**

1. От чего зависит сила мышц?
2. Назовите виды двигательных единиц.
3. Как можно измерить силу и выносливость мышц?
4. Что такое активный отдых?

## **Тема 5. Кровообращение**

### **ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

Артериальное (кровенное) давление (АД) — это сила, приложенная к артериальной стенке в результате наполнения кровью артерий. Ритмические сокращения левого желудочка во время сердечного цикла вызывают периодические изменения артериального давления.

Во время систолы АД достигает максимального значения — точки называемой «систолическим давлением», а во время расслабления желудочка, диастолы — регистрируется самое низкое значение —

«диастолическое давление». Смена систолического и диастолического давления создает колебания стенок артерий, называемые артериальным пульсом. Разность между систолическим и диастолическим АД называют «пульсовым давлением».

Артериальное давление определяется двумя основными параметрами — объемом крови, прокачиваемым через сердце за минуту («сердечным выбросом»), и сопротивлением сосудов току крови. Сердечный выброс зависит от многих причин, например, ритма сокращений сердца и объема поступающей в сердце крови и ее вязкости. Сосудистое сопротивление также складывается из многих факторов, в числе которых мышечный тонус стенок малых артерий и артериол, который, в свою очередь, связан с активностью вегетативной нервной системы. Самое большое значение давления крови отмечается в крупных артериях большого круга кровообращения, снижаясь по мере уменьшения диаметра артерии. Помимо понижения давления, в мелких сосудах характер движения крови постепенно меняется с пульсирующего на равномерный. В венах давление крови минимально.

Акустический (аускультативный) метод измерения, с использованием стетоскопа или микрофона и манжеты — это наиболее популярный метод определения АД. Метод основан на выслушивании звуков — «тонов Короткова», возникающих в результате пульсаций артерий при их частичном пережатии. На плечо обследуемого накладывается манжета, в которую нагнетается воздух, для создания давления, превышающего систолическое (до момента исчезновения пульсации). После накачивания манжеты, медленно стравливая воздух из нее, давление понижают. При этом систолическое и диастолическое артериаль-

ное давление определяют соответственно по появлению тонов Короткова (первый отчетливо слышимый тон) и по их исчезновению (по последнему слышимому тону). Особенности выслушиваемых тонов — продолжительность их фаз (всего выделяют пять фаз), отчетливость, продолжительность и наличие периода отсутствия звука, зависят от эластичности артериальной стенки, показателей АД, возраста.

Другой метод — осциллометрический используется в электронных анализаторах АД и основан на сходном принципе, однако вместо тонов Короткова регистрируются колебания давления в манжете, возникающие в результате пульсации артерий. Этот метод позволяет обойтись без микрофона, но более сложен для анализа в вычислительном плане.

Помимо значений систолического и диастолического АД и пульсового давления в определенный момент времени, используются показатели среднего артериального давления за сутки, день, ночь, максимальные и минимальные значения АД и ЧСС за различные периоды суток, вариабельность артериального давления, а также суточный индекс — степень снижения артериального давления в ночное время.

## **Лабораторная работа №1**

### **«Определение артериального давления» Теоретическая часть**

На уровень давления крови в артериях влияют следующие факторы: объем сердечного выброса, скорость движения крови, сопротивление стенок сосудов, частота сердечных сокращений. После сокращения желудочков наблюдается максимальный подъем давления, это значение называется систолическим давлением. При расслаблении желудочков, в диастолу, давление в артериях поддерживается благодаря тону сосудов. Пульсовым давлением называется разница между систолическим и диастолическим давлением.

Из методов определения АД, не требующих оперативного вмешательства в кровеносную систему, выделяют акустический (аускультативный) и осциллометрический. Определение артериального давления на основании регистрации колебаний стенки плечевой артерии под манжетой, заполняемой воздухом, предложено Н.С. Коротковым в 1905 году. Как правило, артериальное давление определяют в плечевой артерии, где его показатели близки к давлению в аорте. Иногда давление определяют в бедренной, подколенной и других периферических артериях. Оценку артериального давления в нижних конечностях в сравнении с верхними используют, например, для диагностики врожденного сужения просвета аорты (коарктации аорты). Аускультативный метод основан на выслушивании с помощью стетоскопа момента начала и окончания звуковых тонов (тонов Короткова). Осциллометрический метод определения артериального давления основан на регистрации колебания давления в манжете и реализован в электронных мониторах артериального давления, он требует для обработки данных привлечения сложных расчетов. Приведенный ниже простейший способ определения систолического и диастолического АД при помощи осциллометрического метода неточен и может использоваться только для получения ориентировочных значений.

*Ключевые слова:* артериальное давление, сердечно-сосудистая система, систола, диастола

### **Практическая часть**

*Цель работы:* Ознакомление с методами определения артериального давления.

*Оборудование:* компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик артериального давления, фонендоскоп

## Инструкция по выполнению лабораторной работы:

### Ход работы:

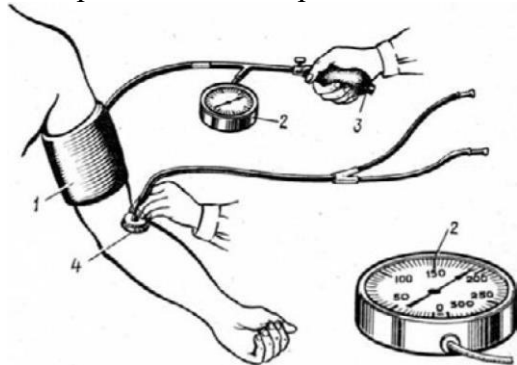
Перед измерением артериального давления испытуемому отдохнуть 5—10 минут в спокойной обстановке.

Подключите датчик артериального давления. *Важно измерять артериальное давление в постоянных условиях.* При измерении давления сидя спина испытуемого должна опираться на спинку стула, средняя точка плеча должна находиться на уровне четвертого межреберья, испытуемый не должен делать резких движений или разговаривать.

Отогните рукав одежды, он не должен пережимать руку испытуемого. Оберните манжету тонометра вокруг плеча, чуть выше локтя (на 2—3 сантиметра) так, чтобы воздушная трубка была расположена книзу, выходя из манжеты со стороны локтевой ямки.

Начните регистрацию показаний датчика. В верхнем левом окне отражаются изменения давления в манжете, в центре — кривая колебаний давления.

Измерение давления при помощи тонометра, методом Короткова.



**Рис. 1.** Регистрация артериального давления аускультативным методом: 1—манжета, 2—манометр, 3—груша, 4—стетфонендоскоп

Закрутите вентиль манжеты. Быстро накачайте воздух в манжету до давления 160—180 мм рт.ст., ориентируясь на показания датчика в верхнем окне программы.

Медленно отпустите вентиль манжеты, так чтобы кривая давления понижалась безрывков, постепенно, с небольшим наклоном. Чем медленнее понижать давление в манжете, тем проще будет выполнить измерения. Наблюдайте начало появления колебаний в манжете и их снижение. При наличии фонендоскопа одновременно выслушивайте тоны Короткова, приложив головку фонендоскопа к локтевой ямке. Отметьте уровень давления в манжете соответствующий их началу (систолическое давление) и завершению (диастолическое давление).

После того как воздух выйдет из манжеты и давление окончательно снизится, остановите запись, снимите манжету с испытуемого.

Удобнее всего провести измерения на распечатке графиков

Измерьте максимальную амплитуду колебаний давления в манжете (А)

. Рассчитайте предполагаемый уровень амплитуды для систолического давления:

$$A_s = A_{\max} * 0,55$$

Найдите пик, расположенный перед максимальным по амплитуде пиком ( $A_{\text{так}}$ ) и наиболее соответствующий расчетной амплитуде  $A_s$ . Соотнесите время его появления с уровнем давления в манжете (на верхнем графике). Полученный показатель будет значением систолического давления. Аналогично найдите уровень амплитуды, соответствующий диастолическому давлению, используя формулу  $A_d = A_{\max} * 0,85$ . Найдите близкий к этому значению амплитуды пик, расположенный после максимального пика колебаний.

Сравните значения, полученные аускультативным и осциллометрическим методом.

*Примечание:* Усложнить работу можно, повторив измерения и рассчитав стандартное отклонение и коэффициент вариации значений, полученных аускультативным и осциллометрическим методом. Таким образом, оценивается воспроизводимость результатов для двух методов. Сравните результаты с показаниями поверенного электронного медицинского тонометра (в качестве эталона), можно дать оценку точности использованных методов.

### Результаты измерений/наблюдений

	Датчик артериального давления	Фонендоскоп
АД сист		
АД диас		
ЧСС		
пульсовое АД		

*Интерпретация результатов:* Занести результаты в тетрадь, сделать вывод, соответствует ли АД нормальным значениям и рассчитать пульсовое АД **Вопросы для усвоения:**

1. Чем равна ЧСС покоя?
2. Как называется ЧСС выше 90 уд/мин.?
3. Как называется ЧСС ниже 50 уд/мин.?
4. Каковы нормальные значения АДс?
5. Как называется АД выше 135 мм рт.ст.?
6. Как называется АД ниже 90 мм рт.ст. ?

## РЕАКЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

### Лабораторная работа №2

#### «Реакция ЧСС и АД на общие физические нагрузки» Теоретическая часть

Физические нагрузки бывают *общими*, когда в работе участвуют почти все мышцы, *региональными* — до 2/3 от всех мышц, например, работа двух ног, *локальными* — 1/3 от всех мышц (2 руки или 1 нога). Механизм реакций кровообращения на любую физическую нагрузку заключается в том, что за счёт усиления симпатических влияний усиливается работа сердца, наблюдается увеличение показателей ЧСС и АДс. При общих нагрузках эти показатели изменяются больше, при локальных меньше. Сосуды отвечают перераспределительной реакцией, то есть за счёт усиления симпатических влияний происходит сужение сосудов в общей системе циркуляции, при этом повышается давление крови. В работающих мышцах и органах (сердце, мозг) при этом сосуды расширяются за счёт местного накопления химических продуктов обмена, например, молочной кислоты. Поэтому кровь под высоким давлением хорошо поступает в расширенные сосуды мышц, снабжая работающие мышцы кислородом и питательными веществами. При общей работе участвуют большие мышечные массивы, в которых расширяются сосуды, и за счёт низкого сопротивления току крови диастолическое АД снижается или остаётся неизменным.

При локальной работе задействованы малые группы мышц, в которых сосуды расширяются. В остальных массивах мышц и внутренних органах (за исключением сердца и мозга) сосуды сужаются. Таким образом, периферическое сопротивление сосудов растёт, и АД повышается. Поэтому людям с гипертонией локальные нагрузки противопоказаны. Длительная работа на производстве с локальными нагрузками приводит к возникновению гипертонии. Профилактикой могут служить общие физические нагрузки и релаксация.

### Практическая часть

**Цель работы:** определить зависимость АД от нагрузки.

**Реактивы и оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

#### Ход работы

- 1) Подключите датчик частоты пульса и артериального давления.
- 2) Измерьте и запишите показатели ЧСС и АД в покое.
- 3) Затем выполняется нагрузка в виде 20 приседаний за 30 сек. Сразу после нагрузки вновь измеряются показатели ЧСС и АД. Или для дозированной физической нагрузки используйте стандартную методику Гарвардского степ-теста (восхождения на ступеньку), описанную ниже, или другой доступный вид физических упражнений, которые следует подобрать соответственно возможностям группы испытуемых.
- 4) Во время физической нагрузки разных типов можно регистрировать прирост ЧСС, если это позволяет выполняемое упражнение, для чего требуется закрепить датчик частоты.
- 5) Проследите изменения ЧСС и АД по окончании упражнений: рассчитайте систолический и минутный объём крови у испытуемых в покое (по формуле Старра, приведенной в приложении к практической работе), на второй и третьей минуте после окончания физической нагрузки. Охарактеризуйте временную динамику этих показателей.

Результаты занесите в таблицу 1.

#### Результаты измерений/наблюдений

Таблица 1.

Показатель	Изменение показателей ЧСС и АД приобщих нагрузках	нагрузка
ЧСС		
АДС		
АДд		

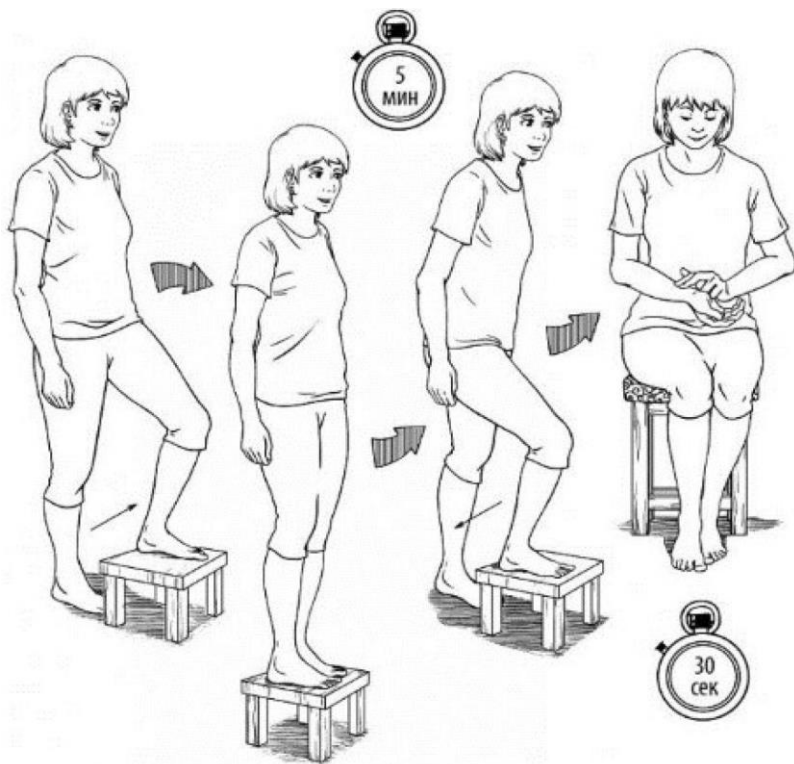
**Интерпретация результатов:** сделать вывод о механизмах изменения показателей ЧСС и АД при нагрузках общего характера.

**Выводы:** Как и регуляторные механизмы сердечно-сосудистой системы работают при физической нагрузке и после неё? В чём биологический смысл этих механизмов?

#### Приложение к работе

##### Методика степ-теста

Степ-тест — это интенсивная физическая нагрузка. Применять этот тест в полном объёме для слаботренированных людей нецелесообразно. Поэтому имеет смысл снизить время выполнения теста относительно стандартного, приведенного в таблице.



Испытуемый последовательно совершает следующие движения: встает на ступеньку(подставку) одной ногой, затем — двумя ногами, принимая вертикальное положение, затем ставит сначала одну ногу, а затем другую обратно на уровень пола . Частота этих движений задается метрономом, установленным на 120 ударов в минуту. Нагрузка задается в зависимости от пола и возраста испытуемых .

Группа	Высота ступеньки	Время теста(с гандарт)	Рекомендуемое время для этой практической работы	Частота(восхожд . в минуту)
12—18 лет (юноши)	45см	4 минуты	1—2 минуты	30
12—18 лет (девушки)	40см	4 минуты	1—2 минуты	30
8 —11 лет (оба пола)	35см	3 минуты	1—2 минуты	30

При выполнении теста требуется соблюдать ритм, принимать полностью вертикальную позу на ступеньке, не ставить ногу на носок . В начале необходимо объяснить испытуемому задачу и дать возможность ее опробовать . Тест прекращают, если испытуемый начинает отставать от заданного ритма

Для приблизительной оценки систолического объема (СО) выведено несколько эмпирических формул, в том числе, формула Старра, которая имеет следующий вид для взрослых:  $СО = ((101 + 0,5 * ПД) - (0,6 * ДД)) - 0,6 * А$  для детей:  $СО = ((40 + 0,5 * ПД) -$

$(0,6 * ДД) + 3,2 * А$ , где ПД — пульсовое давление (разность между систолическим и диастолическим давлением); ДД — диастолическое давление; А — возраст испытуемого

(полный в годах) . Минутный объем крови (МОК) рассчитывается по формуле: **МОК**  
**=СОхЧСС**, где ЧСС—частота сердечных сокращений; СО—систолический объем.

## Контрольные вопросы:

1. Что такое артериальное кровяное давление?
- 2 .Какие функции выполняет артериальное давление в организме?
- 3 .Перечислите факторы, определяющие артериальное давление.
- 4 .Как изменяется давление с возрастом?
- 5 .За счёт каких механизмов повышается систолический объём у тренированных и нетренированных людей?

## Лабораторная работа №3

### «Реакция ЧСС и АД на локальную нагрузку» Теоретическая часть

Физические нагрузки бывают *общими*, когда в работе участвуют почти все мышцы, *региональными* — до 2/3 от всех мышц, например, работа двух ног, *локальные* — 1/3 от всех мышц (2 руки или 1 нога)

Механизм реакций кровообращения на любую физическую нагрузку заключается в том, что за счёт усиления симпатических влияний усиливается работа сердца, наблюдается увеличение показателей ЧСС и АДс . При общих нагрузках эти показатели изменяются больше, при локальных меньше . Сосуды отвечают перераспределительной реакцией, то есть за счёт усиления симпатических влияний происходит сужение сосудов в общей системе циркуляции, при этом повышается давление крови . В работающих мышцах и органах (сердце, мозг) при этом сосуды расширяются за счёт местного накопления химических продуктов обмена, например, молочной кислоты. Поэтому кровь под высоким давлением хорошо поступает в расширенные сосуды мышц, снабжая работающие мышцы кислородом и питательными веществами . При общей работе участвуют большие мышечные массивы, в которых расширяются сосуды, и за счёт низкого сопротивления току крови диастолическое АД снижается или остаётся неизменным . При локальной работе задействованы малые группы мышц, в которых сосуды расширяются . В остальных массивах мышц и внутренних органах (за исключением сердца и мозга) сосуды сужаются . Таким образом, периферическое сопротивление сосудов растёт, и АДд повышается . Поэтому людям с гипертонией локальные нагрузки противопоказаны . Длительная работа на производстве с локальными нагрузками приводит к возникновению гипертонии . Профилактикой могут служить общие физические нагрузки и релаксация .

### Практическая часть

**Цель работы:** определить изменения АД зависимости от нагрузки.

**Реактивы и оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления, фонендоскоп, динамометр

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

#### Ход работы:

У испытуемых измеряют показатели ЧСС и АД в состоянии покоя. В качестве нагрузки испытуемые удерживают на динамометре усилие в 1/3 от максимального, до утомления, т. е. до невозможности удержания усилия на одном уровне.

Время сразу после работы измеряют показатели ЧСС и АД и заносят в таблицу 2.

1. Подключите датчик частоты пульса и артериального давления.

2 . Измерьте и запишите показатели ЧСС и АД у испытуемого в покое.

3 . Затем испытуемые удерживают на динамометре усилие в 1/3 от максимального, до утомления



Во время физической нагрузки разных типов можно регистрировать прирост ЧСС, если это позволяет выполняемое упражнение, для чего требуется закрепить датчик частоты. Проследите изменения ЧСС и АД по окончании упражнений: рассчитайте систолический и минутный объем крови у испытуемых в покое (по формуле Старра, приведенной в приложении к практической работе), на второй и третьей минуте после окончания физической нагрузки. Охарактеризуйте временную динамику этих показателей.

Таблица 1

**Результаты измерений/наблюдений**

ЧСС	АДс	АДд
1 ПШ	1 ПШ	1 ПШ

*Интерпретация результатов:* сделать вывод о механизмах 1—покой, П— работа, Ш— отдых.

**Вопросы для усвоения:**

1. Как изменяется ЧСС при общей и локальной нагрузке?
2. Как изменяется АД при общей и локальной нагрузке?
3. Как изменяется АД при общей и локальной нагрузке?

**Лабораторная работа №4**

**«Определение в покое минутного и систолического объемов крови. Расчет сердечного индекса»**

**Теоретическая часть**

В клинической литературе чаще используют понятие «минутный объем кровообращения» (МОК). Минутный объем кровообращения характеризует общее количество крови, перекачиваемое правым и левым отделом сердца в течение одной минуты в сердечно-сосудистой системе. Размерность минутного объема кровообращения — л/мин или мл/мин. Чтобы нивелировать влияние индивидуальных антропометрических различий на величину МОК, его выражают в виде сердечного индекса. Сердечный индекс — это величина минутного объема кровообращения, деленная на площадь поверхности тела. Размерность сердечного индекса — л/(мин • м<sup>2</sup>). В системе транспорта кислорода аппарат кровообращения является лимитирующим звеном, поэтому соотношение максимальной величины МОК, проявляющейся при максимально напряженной мышечной работе, с его значением в условиях основного обмена дает представление о функциональном резерве сердечно-сосудистой системы. Это же соотношение отражает и функциональный резерв сердца в его гемодинамической функции. Гемодинамический функциональный резерв сердца у здоровых людей составляет 300—400%. Это означает, что МОК покоя может быть увеличен в 3—4 раза. У физически тренированных лиц функциональный резерв выше — он достигает 500—700%. Для условий физического покоя и горизонтального положения тела испытуемого нормальные величины минутного объема кровообращения (МОК) соответствуют диапазону 4—6 л/мин (чаще приводятся величины 5—5,5 л/мин). Средние величины сердечного индекса колеблются от 2 до 4 л/(мин • м<sup>2</sup>) — чаще приводятся величины порядка 3—3,5 л/(мин • м<sup>2</sup>).

## Практическая часть

**Цель работы:** знакомство с методом расчёта основных показателей производительности мышц сердца.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления.

**Объект исследования:** человек.

### Инструкция по выполнению лабораторной работы:

#### Ход работы:

Для определения систолического (СО), или ударного объёма (УО), используется формула Старра:

$$УО(СО) = 100 + 0,5 ПД - 0,6 ДД - 0,6 В,$$

где:

**ПД** — пульсовое давление ( $ПД = СД - ДД$ )

**СД** — систолическое давление; **ДД** — диастолическое давление; **В** — возраст.

Минутный объём кровообращения (МОК) находят по формуле:

$$МОК = УО \times ЧСС$$

Далее найденную величину МОК, т.е. его фактическую величину (ФМОК) сравнивают с должной величиной (ДМОК) для человека данного возраста и пола. Для этого величину должного основного обмена (ДОО) в ккал делят на 422. Необходимо далее вычислить, сколько процентов от должной величины составляет ФМОК.

Для получения более четкой информации о производительности сердца и, главное, для сравнения показателей, полученных у лиц с различными антропометрическими данными, рассчитывается величина сердечного индекса (СИ) как частное от деления минутного объёма (МОК) на площадь поверхности тела (S). В условиях покоя СИ колеблется в пределах 3,0—3,5 л/м<sup>2</sup>·мин<sup>-1</sup>.

#### Рекомендации к оформлению

В протокол следует внести формулы и результаты расчётов. В заключении следует определить тип кровообращения у испытуемого в покое (эу-, гипо- или гиперкинетический)

#### Результаты измерений/наблюдений

СД		МОК	
ДД		СИ	
ПД		ДОО	
ЧСС		ФМОК	
УО		S	

#### Контрольные вопросы

1. Кровяное давление в артериях, капиллярах, венах?
2. Факторы, определяющие величину кровяного давления?
3. Понятие о систолическом, диастолическом давлении?
4. Понятие о пульсовом давлении, что оно характеризует?
5. Методы определения артериального давления?
6. В чем заключается роль лимфатической системы для организма человека?

## Лабораторная работа №5

### «Влияние тренировки на производительность сердца в условиях динамической физической нагрузки»

**Цель работы:** выявить различия в изменениях частоты сокращений сердца (ЧСС) и ударного объема (УО) крови, выбрасываемой сердцем, у тренированного и не тренированного человека

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления

**Объект исследования:** человек.

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Среди учащихся выделяют двух (тренированного и нетренированного) добровольцев одного пола, одинаковых по телосложению и массе тела. Испытуемые не должны иметь противопоказаний к физической нагрузке, обострения хронических заболеваний.

Определяют еще 5 участников эксперимента: двух — для определения у испытуемых ЧСС по пульсу, двух — для измерения АД и одного — для занесения в таблицу (на доске) полученных данных. До начала физической нагрузки у испытуемых в положении сидя определяют ЧСС (подсчет ведут за 60 с) и АД. Затем испытуемые под общую команду делают за 30 с 20 глубоких приседаний с вытягиванием вперед рук. После этого испытуемые быстро садятся, и у них немедленно подсчитывают пульс за 10 с и определяют АД. К найденному числу ударов пульса прибавляют 2 (эта поправка связана с инертностью ручного метода определения ЧСС) и сумму умножают на 6. Данные вносят в таблицу (на доске)

Каждый группы оформляет более развернутую таблицу и сравнивает в процентах показатели, полученные при физической нагрузке, с исходными.

#### **Рекомендации по оформлению**

В заключении делается вывод о различиях параметров работы сердца (ЧСС, УО) тренированных и нетренированных лиц в условиях покоя и процента увеличения этих параметров при физической нагрузке

#### **Вопросы для усвоения:**

1. Как изменяется ЧСС при общей и локальной нагрузке?
1. Как изменяется АД при общей и локальной нагрузке?
1. Как изменяется АД при общей и локальной нагрузке?

## Лабораторная работа №6

### «Влияние ортостатической пробы на показатели гемодинамики».

**Цель работы:** изучение влияния ортостатической нагрузки на систему кровообращения и анализ приспособительных изменений системы кровообращения в условиях ортостазы

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления

**Объект исследования:** человек

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Исследуемый в течение 15—20 минут находится в горизонтальном положении с приподнятым головным концом. По истечении этого времени у испытуемого определяют частоту пульса и измеряют артериальное давление. Не снимая манжету, испытуемый быстро принимает вертикальное положение и стоит по стойке «смирно», но без напряжения мышц. При этом вновь определяют частоту пульса и артериальное давление.

У здоровых людей при выполнении ортостатической пробы обычно на 5—15 мм рт. ст. снижается артериальное давление, на 10—30 ударов возрастает частота сердечных сокращений. Эти показатели через 1—3 минуты восстанавливаются до исходного уровня.

#### *Рекомендации по оформлению*

В заключение протокола необходимо проанализировать изменения гемодинамических показателей при выполнении ортостатической пробы, а также объяснить их механизмы и биологическое значение

#### **Вопросы для усвоения:**

1. Что такое ортостатическая проба?
2. Как изменяется ЧСС и АД при физических нагрузках?
3. Влияние ортостатической пробы на тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы

### **Лабораторная работа №7**

#### **«Оценка уровня здоровья человека по показателям ортостатической пробы». Теоретические основы**

Какой бы функциональная проба, ортопроба — это стандартный нагрузочный тест, в котором роль физического воздействия на организм играет переход из положения лежа в положение стоя. При этом оценивается степень выраженности реакции организма на данное действие. В свою очередь выраженность реакции позволяет судить о степени восстановления спортсмена после предшествующих нагрузок.

Существуют разновидности ортостатической пробы. Ее могут проводить с мониторингом показателей ЧСС, ЧСС и АД, математическим анализом вариабельности сердечного ритма (этому методу будет посвящена отдельная статья). Есть варианты перехода из горизонтального положения в вертикальное, и наоборот. В последнем случае метод будет называться клиностатической пробой. Для использования в практике спорта наиболее подходящий самый простой вариант ортопробы: переход из положения лежа в положение стоя, с измерением только ЧСС.

Алгоритм проведения пробы очень прост. Испытуемый лежит на протяжении 2—3 минут, далее измеряет ЧСС за одну минуту, переходит в положение стоя, стоит 1 минуту, потом измеряет ЧСС снова на протяжении минуты. Данные ортопробы записываются в дневник тренировок, в электронный дневник тренировок (если в нем есть специальное поле), или на специально отведенный лист для мониторинга восстановления организма

. Далее необходимо провести анализ результатов и дать оценку оперативному состоянию организма, для последующей коррекции программы тренировок на этот день

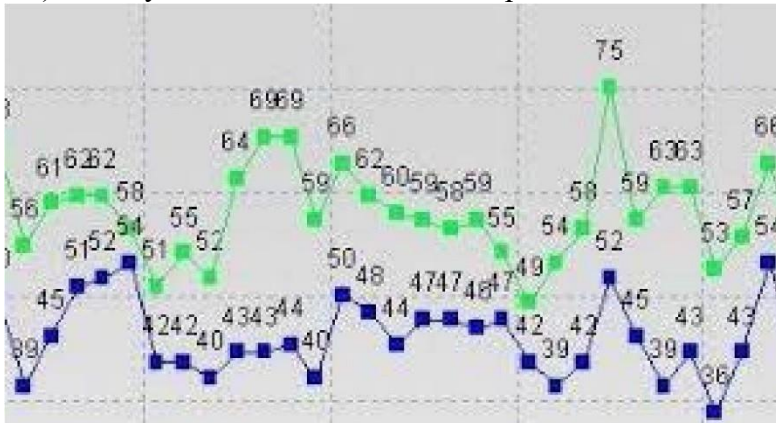
Любая функциональная проба со стандартной нагрузкой, как уже говорилось ранее, оценивает реакцию организма на определенное, мало изменяющееся по степени воздействия с течением времени действие, т. е. если ЧСС лежа у спортсмена колеблется в пределах 40—45 уд/мин, и один прекрасный день, оно составляет 55 уд/мин, то можно судить про более выраженную реакцию на положение лежа. Более выраженная реакция свидетельствует о недомогании, поскольку из-

заповышенного кислородного запроса, для восстановления разрушенных белков и количества энергии в мышцах, сердцу необходимо переносить больше крови с кислородом чем обычно, или же причиной выраженной реакции служит заболевание, которое также увеличивает количество газов — продуктов метаболизма, для успешного переноса которых сердцу нужно совершать больше сокращений

Но самое главное, чем ортопроба выгодна в сравнении с многими другими похожими методами, это тем, что по мере повышения тренированности человека ее результаты все так же точно отражают процессы восстановления в организме.

Существует много методов интерпретации, и в большинстве своем они основываются на точных значениях ЧСС. (точные значения ЧСС для каждого человека будут разные). Что одному хорошо, то другому плохо. У всех разные размеры сердца и тела, разная реактивность, как и для зон интенсивности в вопросе ортостатической пробы — самый главный индивидуальный подход.

При увеличении ЧСС лежа, не важно при этом какой ЧСС стоя, следует значительно уменьшить нагрузку предстоящей тренировки. Если ЧСС лежа меньше среднего диапазона — можно смело увеличить тренировочную дозу, если в этот день запланирована аэробная нагрузка. При ЧСС стоя ниже среднего диапазона (если ЧСС лежа в пределах или ниже средних значений) можно увеличить количество аэробных воздействий на организм.



**Пример записи результатов ортостатической пробы**

Если же ЧСС как лежа, так и стоя с течением времени мало изменяется, то вам необходимо обратиться за советом к специалисту, поскольку тренировки не оказывают на организм должного воздействия, или нарушены процессы восстановления. В любом случае в таком состоянии все что вы делаете с организмом не будет иметь никакого толку, а выводить себя из состояний истощения адаптационных ресурсов или разной степени перетренированности лучше с помощью опытных людей.

### **Практическая часть**

**Цель работы:** убедиться в наличии связи ортостатической реакции со здоровьем человека

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления.

**Объект исследования:** человек.

### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Работа проводится так, как описано выше. Но при этом подсчитывается пульс только за 10 секунд дважды: 1) в положении лежа; 2) через минуту после перехода в вертикальное положение. Если число ударов пульса за 10 с увеличится на 1 удар, здоровье можно оценивать на 5, на 2 удара — на 4, на 3 удара — на 3, на 4 и более удара — на 2.

### **Вопросы для усвоения:**

1. Что показывает ортостатическая проба?
2. Что такое клиническая проба?
3. Что такое пульс артериального давления?

## Лабораторная работа №8

### «Влияние дыхания на артериальное давление» Теоретическая часть

Дыхательные волны артериального давления. Во время дыхательного цикла артериальное давление волнообразно повышается и понижается на 4—6 мм рт. ст. Это так называемые дыхательные волны артериального давления. Дыхательные волны появляются в результате нескольких совершенно разных причин.

1. Импульсы, которые возникают в дыхательном центре продолговатого мозга, во время каждого дыхательного цикла иррадиируют к нейронам сосудодвигательного центра.

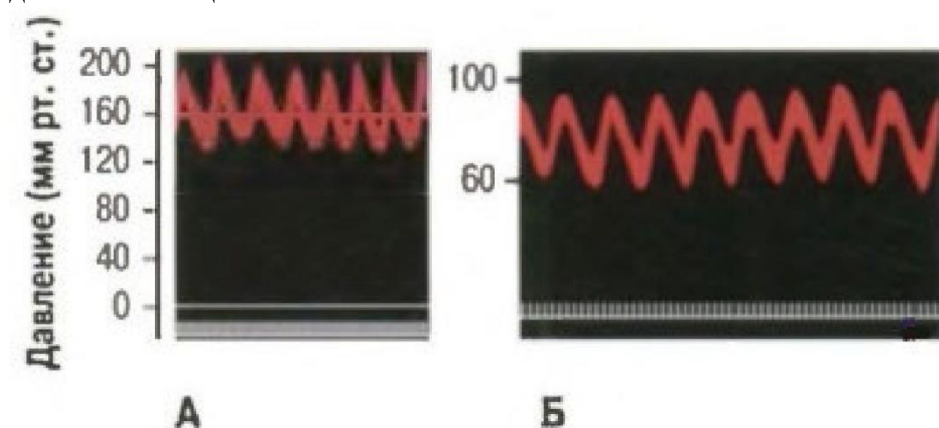
2. Каждый раз, когда человек делает вдох, давление в грудной полости становится более отрицательным, чем обычно.

Это приводит к растяжению кровеносных сосудов органов грудной клетки. По этой причине объем крови, поступающий в левые отделы сердца, временно уменьшается, а, следовательно, уменьшаются сердечный выброс и артериальное давление.

3. Изменение давления во внутригрудных сосудах, связанное с дыхательными движениями, вызывает возбуждение предсердных и сосудистых рецепторов растяжения.

Взаимодействие перечисленных факторов, вызывающих формирование дыхательных волн артериального давления, с трудом поддается анализу, тем не менее, факты свидетельствуют о том, что обычно давление увеличивается в начале выдоха и уменьшается в течение остальной части дыхательного цикла.

При глубоком форсированном дыхании давление может измениться на 20 мм рт. ст. в течение дыхательного цикла.



А — сосудодвигательные волны, вызванные колебаниями ишемической реакции ЦНС; Б — сосудодвигательные волны, вызванные колебаниями активности барорецепторного механизма.

### Практическая часть

*Цель работы:* убедиться в возможности произвольного изменения артериального давления (АД).

*Оборудование:* компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления

*Объект исследования:* человек.

*Инструкция по выполнению лабораторной работы:*

После 5-минутного отдыха в положении сидя у испытуемого определяют АД. Далее в течение 20 минут испытуемый делает задержки дыхания после каждого вдоха (на 1—15 секунд) и после каждого выдоха (на 5—10 секунд), по возможности не меняя глубину дыхания. Вновь определяют АД. В большинстве случаев оно снижается.

## Рекомендации оформлению

В заключении следует объяснить полученный результат.

### Вопросы для усвоения:

1. Что такое дыхательные волны артериального давления?
2. Как изменяется артериальное давление при вдохе и выдохе?
3. Как влияет гипоксия на артериальное давление?

## Лабораторная работа №9

### «Реактивная гиперемия»

*Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы у некоторых людей могут привести к ухудшению самочувствия!*

### Теоретическая часть

При усиленной работе органов и тканей организма происходит накопление продуктов метаболизма — углекислоты и лактата, что в свою очередь вызывает местную выработку эндотелиальными клетками сосудов сосудорасширяющих («вазодилатационных») факторов, основным из которых служит NO — оксид азота. Вазодилататоры вызывают расслабление гладкомышечных клеток сосудов и ответную реакцию кровеносной системы, направленную на увеличение кровотока и называемую «функциональной гиперемией», то есть — ответным усилением кровенаполнения. На действие оксида азота основано восстановление коронарного кровотока при приеме препарата нитроглицерин. Совместное действие сосудорасширяющих факторов, выделяемых клетками эндотелия, и сосудосуживающих влияний вегетативной нервной системы обеспечивает тонус сосудов. Баланс между этими двумя противодействующими влияниями позволяет регулировать кровоснабжение в различных условиях. Например, при временном прекращении кровотока, во время пережатия артерий нарастает недостаток кислорода в ткани, а при восстановлении кровотока возникает ответное расширение сосудов. Причем, поскольку в регуляции тонуса сосудов участвуют гуморальные механизмы, изменения наблюдаются не только местно, в области прекращения кровотока, но и системно, однако системные эффекты проявляются в меньшей степени.

### Практическая часть

**Цель работы:** Исследование изменений кровотока в периферических сосудах при временном прекращении кровоснабжения и при его восстановлении.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления, датчик частоты пульса (2 шт.), датчик температуры.

### Инструкция по выполнению лабораторной работы:

Оденьте на плечо испытуемого манжету датчика артериального давления.

Установите датчики частоты пульса на ногтевые фаланги пальцев обеих рук, зарегистрируйте показатели частоты сердечных сокращений в покое. Постарайтесь установить датчики так, чтобы амплитуда ФПГ и ее форма была примерно одинаковой при сравнении на обеих руках.

Резко поднимите давление в манжете, несколько выше уровня систолического давления (ориентируясь по графику колебаний давления в манжете). Наблюдайте падение амплитуды пульсовой волны и ее исчезновение, регистрируемое датчиком, расположенным на соответствующей руке.

Отметьте по секундомеру время начала остановки кровоснабжения . Выдерживайте манжету в накачанном состоянии около двух минут, затем спустите давление . Отмечайте ощущения испытуемого

Продолжайте регистрацию частоты пульса и фотоплетизмограммы, обратите внимание на изменения амплитуды ФПГ на руке, которая была пережата, и сопоставьте их с изменениями на противоположной руке . Одновременно проводится регистрация снижения температуры конечности - испытуемый удерживает кончиками пальцев чувствительный элемент датчика температуры.

Через 3—4 минуты, когда показатели вернутся к норме, остановите запись, освободите руку испытуемого от манжеты, снимите датчики .

### Результаты измерений/наблюдений

Рассчитайте необходимые показатели и заполните таблицу:

Рука	Амплитуда фотоплетизмограммы (средняя из пяти пиков)						
	В покое	При накачанной манжете	30 после	60 после	90 после	120 с после	180 с после
Левая							
Правая (манжета)							

Отметьте время начала изменений ФПГ, регистрируемой с левой и правой руки . Наблюдается ли задержка в изменении амплитуды ФПГ по сравнению с правой рукой . С чем это связано?

**Вывод:** Какие закономерности можно выявить в изменении кровотока в периферических сосудах при временном прекращении кровоснабжения и при его восстановлении? Как меняется температура конечности при прекращении кровоснабжения?

*Вопросы для усвоения:*

1. Что такое пульс? как его определить?
2. Определение АД методом Короткова с помощью цифровых датчиков .
3. Какое значение имеет кровеносная система?

### Лабораторная работа №10

#### «Сопряженные сердечные рефлексy»

*Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы у некоторых людей могут привести к ухудшению самочувствия!*

#### Теоретическая часть

Рефлексы, регулирующие деятельность сердечно-сосудистой системы (как и других систем), можно разделить на две основные категории: *собственные* рефлексy, возникающие при раздражении механо- и хеморецепторов, расположенных в сердце или сосудах, и *сопряженные*, возникающие при раздражении рецепторов других органов . Типичный рефлекс последнего типа — замедление ЧСС при надавливании на глазные яблоки (рефлекс Данини-Ашнера). Роль собственных рецепторов состоит в саморегуляции деятельности сердечно-сосудистой системы, а сопряженных рецепторов — в ее адаптации к действию внешних и внутренних факторов . Кроме того, выделяют *неспецифические* рефлексy, наблюдаемые в условиях эксперимента.



Интересным сердечным рефлексом, носящим ясно выраженный адаптационный характер, является так называемый «дайвинг-рефлекс», наиболее выраженный у морских млекопитающих, приспособленных к длительному погружению в холодную воду. У человека этот рефлекс хотя и проявляется в меньшей степени, но может легко наблюдаться. При контакте холодной воды ( $<10^{\circ}\text{C}$ ) с поверхностью лица, при задержке дыхания происходит снижение ЧСС. Эта реакция прямо противоположна наблюдаемой при задержке дыхания на воздухе. В данной работе вместо опасного фактора — погружения в воду используется наложение холодного компресса на лицо испытуемого.

**Ключевые слова:** регуляция деятельности сердца, сопряженные рефлекс сердца, адаптация к условиям среды.

**Цель работы:** исследование сопряженных сердечных рефлексов на примере дайвинг-рефлекса

**Оборудование и материалы:** датчик частоты пульса, термометр, холодильник, полотенце

**Ход работы:**

1. Подключите датчик частоты пульса (регистрация частоты пульса также может быть проведена с помощью датчика ЭКГ). Посадите испытуемого на стул, надежно закрепите датчик частоты пульса на пальце руки.

2. Запишите пульсограмму в течение одной минуты при спокойном дыхании, после чего дайте указание на длительную задержку дыхания (30—40 секунд), и зарегистрируйте время начала задержки дыхания. После окончания задержки дыхания испытуемый должен продолжать нормальное дыхание в течение некоторого времени перед окончанием записи.

3. Остановите запись. Определите ЧСС до задержки дыхания и во время задержки на протяжении последних 20—30 секунд. Запишите полученные значения. Дайте испытуемому отдохнуть несколько минут, после чего приступите к следующему этапу эксперимента.

4. Заранее подготовьте колотый лед в закрытом полиэтиленовом пакете (или охладите гелевый мешок). Оберните пакет тонким полотенцем. Не замораживайте пакет, чтобы его температура не была ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

5. Начните запись частоты пульса при спокойном дыхании. Аналогично пункту «2» попросите испытуемого задержать дыхание и при этом прижать к лицу холодный компресс (40—60 секунд). После окончания задержки дыхания испытуемый должен поднять голову и продолжать нормальное дыхание в течение некоторого времени перед окончанием записи. Остановите запись. Дайте испытуемому чистое сухое полотенце, снимите датчики, очистите рабочее место.

6. Определите ЧСС до задержки дыхания и во время наложения холодного компресса на протяжении последних 15—20 секунд перед окончанием «погружения».

7. Заполните таблицу:

ЧСС при нормальном дыхании	ЧСС при задержке дыхания	ЧСС при охлаждении лица и задержке дыхания

**Примечание:** Работа может быть расширена за счёт проведения контрольного эксперимента с теплым компрессом. Может быть исследована зависимость выраженности рефлекса от температуры воды, для чего необходимо подготовить мокрые компрессы разной температуры. Кроме того, при задержке дыхания на воздухе может быть проведен анализ изменений частоты дыхания после его задержки (при помощи соответствующего датчика).

*Выводы:* Объясните изменение ЧСС при погружении лица в холодную воду. Какова роль сопряженных сердечных рефлексов для организма?

*Вопросы для усвоения:*

1. Что такое сопряженные сердечные рефлексы?
2. Как температура влияет на ЧСС и АД?
3. Что показывает рефлекс Данини-Ашнера?

## **Тема 6. Изучаем Сердце** **Работы по теме «Сердечнососудистая система»**

Электрическая активность сердца (теоретические сведения) Электрокардиограмма (ЭКГ) — запись биоэлектрической активности, сопровождающей сокращение сердечной мышцы. Электрические явления в мышце возникают в результате регуляции поступления ионов калия, натрия, кальция и хлора через мембрану клетки. В состоянии покоя наружная поверхность мембраны кардиомиоцита (мышечного волокна) заряжена положительно и разность потенциалов на поверхности волокна отсутствует. При возбуждении мышечного волокна начинается его деполяризация — смена заряда на поверхности, по отношению к

участку, еще находящемуся в состоянии покоя. В этот момент появляется разность потенциалов. Когда все волокно находится в состоянии возбуждения и его поверхность заряжена отрицательно, разность потенциалов на разных его участках вновь оказывается равной нулю, после чего наступает процесс быстрой деполяризации и вновь регистрируется разность потенциалов.

Электрокардиограмма отражает суммарные изменения потенциала кардиомиоцитов во времени, что дает представление о распространении возбуждения в сердечной мышце.

Напряжение (электродвижущая сила), регистрируемое на поверхности тела, зависит от количества одновременно активированных кардиомиоцитов, относительной скорости и направления проведения возбуждения.

Сердечный цикл запускается спонтанной деполяризацией атипичных кардиомиоцитов синусового узла (первичного водителя сердечного ритма), расположенного в стенке правого предсердия, происходящей, в норме, 60—80 раз в минуту, что определяет частоту сердечных сокращений. Поскольку общий объем клеток пейсмекеров, запускающих цикл сокращения сердца, невелик, генерируемый ими потенциал действия не отражается на кардиограмме. Когда деполяризация распространяется на значительную массу рабочих кардиомиоцитов предсердий (вначале левого, затем правого) и вызывает их сокращение, на кардиограмме отмечается первый пик сердечного цикла —

зубец, обозначаемый латинской буквой «Р». После активации предсердий атипичные кардиомиоциты атриовентрикулярного узла (расположенного в нижней части правого предсердия), пучка Гиса (внутрижелудочковой проводящей системы) и волокон Пуркинье (связанных непосредственно с миокардом желудочков), распространяют волну деполяризации на желудочки сердца. Атриовентрикулярный узел обеспечивает задержку проведения импульса в желудочек, который способствует тому, что желудочки начинают сокращаться только после окончания сокращения предсердий. В условиях нарушения деятельности сердца зона перехода АВ — узла в пучок Гиса может служить вторичным водителем сердечного ритма, генерируя импульсы с частотой 40—60 раз в минуту. Задержка проведения импульса из предсердий в желудочки отражается интервалом PQ, измеряемым между предсердным зубцом R и зубцом Q, который соответствует возбуждению левой поло-

вини межжелудочковой перегородки. Наряду с зубцом Q «желудочковый комплекс» формируют два других зубца — высокоамплитудный зубец R, отражающий сокращение основной массы кардиомиоцитов и зубец S — конечный этап распространения деполяризации пожелудочкам. Длительность QRS-комплекса соответствует времени распространения возбуждения по желудочкам. Последний зубец T, выявляемый на кардиограмме, соответствует процессу реполяризации желудочков. Следует отметить, что реполяризация предсердий на кардиограмме не выявляется, поскольку по времени совпадает с возникновением желудочкового комплекса QRS. Период, начинающийся с зубца Q и заканчивающийся зубцом T, называется электрической систолой желудочков. В время электрической систолы кардиомиоциты неспособны вновь активироваться, этот период называется «рефрактерным» и его наличие защищает миокард от быстрого или повторного возбуждения и сокращения. В диастолу, наоборот, наступает период увеличенной возбудимости сердечной мышцы.

Наиболее значимыми параметрами, измеряемыми на ЭКГ, служат временные промежутки, отражающие проведение возбуждения в сердечной мышце на разных этапах сердечного цикла. Для оценки частоты сердечных сокращений используется расстояние между вершинами соседних зубцов R, поскольку они имеют большую амплитуду и легко выявляются на разных отведениях.

Ритм сердца считается правильным, если продолжительность интервалов R-R примерно одинакова и разница полученных значений R-R составляет не более 10% от среднего значения. Размах выявляемых на ЭКГ зубцов зависит от отведений, в которых регистрируется кардиограмма. По форме и амплитуде зубцов желудочкового комплекса в разных отведениях можно определить «электрическую ось сердца», зависящую от анатомического положения сердца в грудной клетке. Угол электрической оси сердца может различаться у разных людей в зависимости от телосложения и индивидуальных особенностей.

## **Лабораторная работа №1**

### **«Регистрация ЭКГ. Определение основных интервалов» Теоретическая часть**

Сердце условно можно рассматривать как один точечный источник тока, сформированный сокращающимися в отдельный момент времени кардиомиоцитами. Сокращение сердечной мышцы создает электрическое поле, которое может быть зарегистрировано с помощью электродов, расположенных на поверхности тела. Возбуждение разных отделов сердца приводит к формированию соответствующих пиков на электрокардиограмме (см. раздел теоретические сведения).

Обычно на ЭКГ можно выделить 5 зубцов: **P, Q, R, S, T**.

Иногда можно увидеть малозаметную волну U. Зубец P отображает работу предсердий, комплекс QRS — систолу желудочков, а сегмент ST и зубец T — процесс реполяризации миокарда. Каждая из измеряемых разниц потенциалов называется отведением I, II и III накладываются на конечности:

I — левая рука, II — правая рука, III — на правой ноге показания не регистрируются, он используется только для заземления пациента

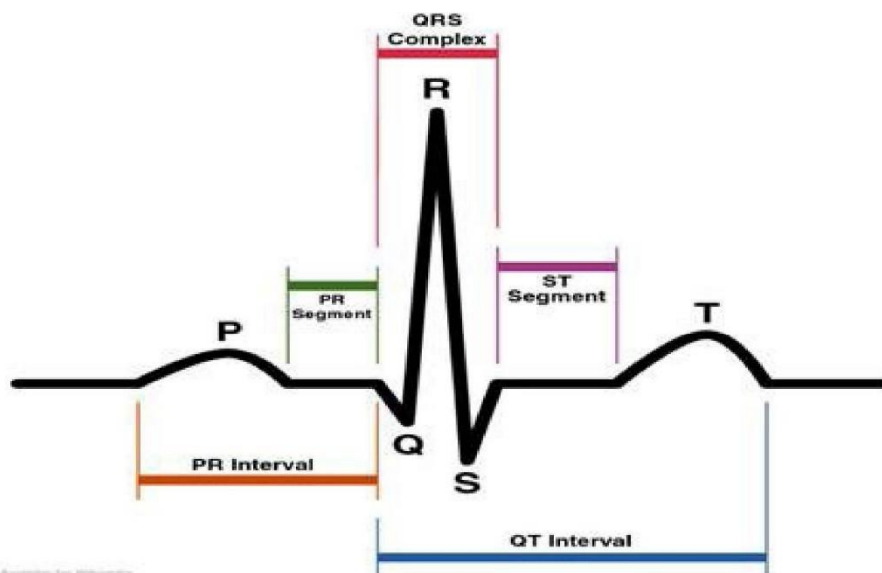


Рис.1.Схема интервалов и зубцов ЭКГ

### Практическая часть

*Цель работы:* при помощи метода электрокардиографии оценить продолжительность фаз сердечного цикла (временных параметров ЭКГ) и частоту сердечных сокращений.

*Оборудование:* компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ЭКГ, электроды

*Инструкция по выполнению лабораторной работы:*

- 1.Посадите испытуемого на стул в комфортной позе. Его руки должны свободно лежать на столе и на коленях.
- 2.На запястье правой и левой руки наклейте серебряные контактные электроды. (Чтобы обеспечить надежный электрический контакт с кожей)
- 3.Такой же электрод разместите на локтевом сгибе правой руки.
4. Наложите зажимные электроды так, чтобы металлические пластины легли на внутреннюю сторону запястья левой и правой руки, соответственно первому стандартному отведению (левая рука — зеленый зажим, правая — красный, черный зажим — на сгиб локтевого сустава)
- 5.Нажмите на старт и проведите пробную запись, откорректировав при необходимости масштаб по осям абсцисс и ординат.
- 6.Запишите электрокардиограмму на протяжении 2—3 минут.
- 7.Остановите запись, снимите электроды с испытуемого, приведите в порядок рабочее место.

## Результаты измерений/наблюдений



Измерьте на электрокардиограмме интервалы (время в секундах) между зубцами R - R, интервалы PQ(R), QT, TР для 5—10 сердечных циклов.

*Обработка полученных результатов:*

Из исходных данных рассчитайте среднее значение интервалов. Занесите результаты в таблицу. Частоту сердечных сокращений в минуту определяют по формуле:  $ЧСС = 60 / R-R$ , где R-R — вычисленное среднее значение интервала

Показатель	Среднее значение
Интервал между сокращениями R-R	
Интервал PQ(R)	
Продолжительность электрической систолы Q-T	
Продолжительность электрической диастолы (конец зубца T — начало зубца P)	
ЧСС	

Отметьте на распечатанном фрагменте ЭКГ все моменты возбуждения предсердий, отметьте желудочковые комплексы QRS. Определите, какой отдел сердца возбуждается первым

*Выводы:* Какое практическое значение имеет анализ электрокардиограммы? Какова последовательность проведения возбуждения в сердце?

*Вопросы для усвоения:*

1. Как из зубцов выделяют на ЭКГ
2. Что такое систола и диастола?
3. Что такое сердечный цикл?

## Лабораторная работа №2

### «Влияние психоэмоционального напряжения на вариабельность ритма сердца»

**Цель работы:** знакомство с одним из наиболее широко используемых методов оценки нервных влияний на ритм сердца.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ЭКГ, электроды

**Объект исследования:** человек.

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Испытуемому заранее сообщают план эксперимента и убеждаются в его добровольном согласии на участие в исследовании. Учащийся в течение 10 минут привыкает к условиям исследования, лежа на кушетке. Затем записывают ЭКГ во II стандартном отведении в течение 1,5 минут. Далее в лабораторию входит вся группа одноклассников. Преподаватель предлагает испытуемому быстро и правильно сделать некоторые математические вычисления в течение 3-х минут. Все следят за правильностью счета, вносят поправки и поворачивают испытуемого. По прошествии 3 минут снова записывают ЭКГ в течение около 1—2 минут (100 циклов). Оба результата ЭКГ сохраняют для дальнейших вычислений.

Далее определяют в каждом ряду интервалов R-R «Моду» ( $M_0$ ), т. е. наиболее частое встречающееся значение R-R, и вариационный размах ( $X$ ) — разность между наибольшим и наименьшим R-R.

#### **Инструкция по выполнению ЭКГ:**

1. Посадите испытуемого на стул в комфортной позе. Его руки должны свободно лежать на столе и на коленях.
2. На запястье правой и левой руки наклейте серебряные контактные электроды. (Чтобы обеспечить надежный электрический контакт с кожей).
3. Такой же электрод разместите на локтевом сгибе правой руки.
4. Наложите зажимные электроды так, чтобы металлические пластины легли на внутреннюю сторону запястья левой и правой руки, соответственно первому стандартному отведению (левая рука — зеленый зажим, правая — красный, черный зажим — на сгибе локтевого сустава).
5. Нажмите на старт и проведите пробную запись, откорректировав при необходимости масштаб по осям абсцисс и ординат.
6. Запишите электрокардиограмму на протяжении 2—3 минут.
7. Остановите запись, снимите электроды с испытуемого, приведите в порядок рабочее место.

#### **Результаты измерений/наблюдений**

Полученные данные вносят в таблицу:

Показатели ВРС(с)	$M_0$	$X$	Тип регуляции
Исходные (в покое)			
При психоэмоциональном напряжении			

По величине  $M_0$  и  $X$  делается заключение о типе регуляции. При эйтонии (вегетативном равновесии)  $M_0 = 0,67 - 0,78$  с;  $X = 0,24 - 0,31$  с.

Присимпатикотонии (преобладания симпатических влияний на сердце) значения  $M_o$  и  $X$  более низкие. Приваготонии (преобладания парасимпатических влияний) — более высокие.

*Рекомендацию оформлению.*

В заключении по результатам работы делают выводы о характере влияния психоэмоционального напряжения на вариабельность вегетативную регуляцию ритма сердца.

*Вопросы для усвоения:*

1. Для чего необходимо изучать электрокардиограмму?
2. Какие заболевания сердца показывает ЭКГ?
3. В какой последовательности накладывают электроды на тело человека?

### **Практическая работа №1.**

#### **«Регистрация ЭКГ в I, II и III стандартных отведениях, определение электрической оси сердца»**

##### **Теоретическая часть**

Разность потенциалов, возникающая при сокращении сердечной мышцы, регистрируется между двумя электродами, которые могут быть расположены на поверхности разных участков тела. Расположение двух электродов называют электрокардиографическим отведением, а воображаемую ось между ними — осью этого отведения. В настоящее время в практике используются три основных (стандартных) отведения, предложенных Эйнтхо-веном и обозначаемых римскими цифрами: I — левая рука и правая рука, II — левая нога и правая рука, III — левая нога и левая рука. Оси этих отведений образуют условный треугольник, называемый «треугольником Эйнтховена». Кардиограмма, регистрируемая в каждом отведении, представляет собой проекцию суммарного вектора ЭДС (отражающего направление деполяризации и реполяризации в сердечной мышце) на ось данного отведения. Если суммарный вектор направлен в сторону положительного электрода, то кривая ЭКГ смещается вверх, а если в сторону отрицательного — вниз. Разные отведения позволяют взглянуть на процессы проведения возбуждения в сердце под разными углами.

Направление вектора ЭДС сердца в течение периода деполяризации желудочков называется электрической осью сердца и обозначается углом альфа ( $\alpha$ ), определяемым между электрической осью сердца и стандартным отведением. Его легко можно оценить графически, отложив суммы амплитуд зубцов Q (если возможно), R и S (если возможно) на осях стандартных отведений. Электрическая ось сердца примерно соответствует направлению его продольной анатомической оси, проходящей от верхушки к основанию сердца.

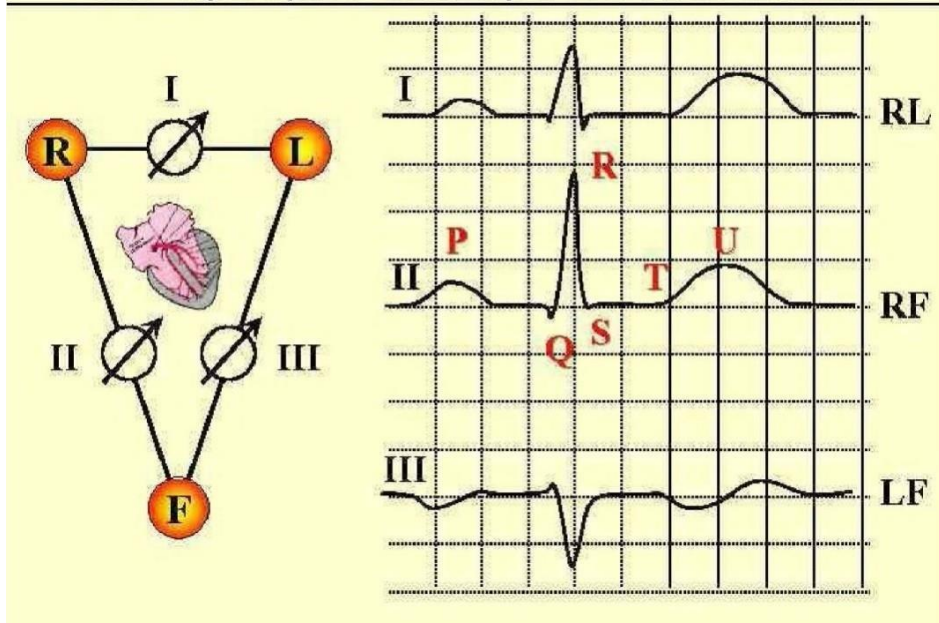
*Цель работы:* при помощи метода электрокардиографии определить направление распространения возбуждения в сердце на разных этапах сердечного ритма, определить электрическую ось сердца.

*Оборудование и материалы:* датчик ЭКГ, марлевые прокладки под электроды, 5% раствор NaCl, линейка, транспортёр.

##### **Ход работы:**

1. Проведите запись ЭКГ в первом стандартном отведении (левая рука — черный провод («+»), правая — красный («—»)), как описано в практической работе №1.
2. Определите амплитуды зубцов (QRS) желудочкового комплекса в первом отведении.
3. Аналогичным образом проведите запись ЭКГ в третьем стандартном отведении (левая нога («+»), левая рука («—»)).
4. Определите амплитуды (высоту) зубцов желудочкового комплекса в третьем отведении.

## ЭКГ при трёх стандартных отведениях

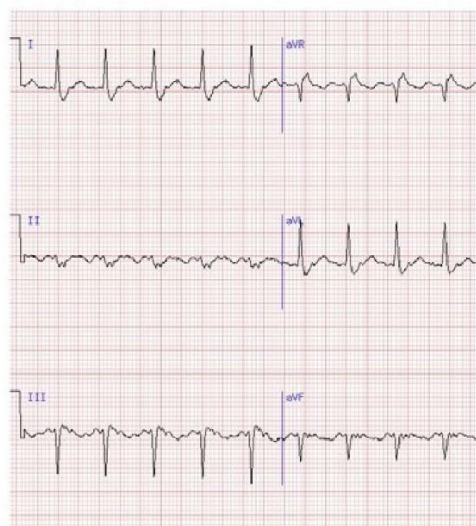


**Рис.1.** Запись электрокардиограммы в первом (I) и третьем (III) отведениях. Обработка

полученных результатов:

Как показано на рисунке 2, рассчитайте сумму амплитуд зубцов Q,R,S для 1-го и III-го отведений; если значения суммы положительные, их в произвольном масштабе откладывают на положительную часть отведения, если отрицательные — на отрицательную часть отведения. Из концов этих проекций, как показано на рисунке 2, восстанавливают перпендикуляры косям отведений. Точку пересечения перпендикуляров соединяют с центром. Полученная линия и является электрической осью сердца.

**Примечание:** Нормальным положением оси сердца считают показанный на диаграмме диапазон (от -30 до +110 градусов). У астеников наблюдается более вертикальное положение сердца (электрическая ось сердца до 90 градусов), при полноте и высоком стоянии диафрагмы — более горизонтальное положение сердца.



**Рис.2.** Пример графического определения электрической оси сердца



Протокол эксперимента:

I отведение

(левая рука—правая рука) Амплитуда зубцов:

$Q = R = S =$

Сумма зубцов QRS(I)=

III отведение

(левая нога — левая рука) Амплитуда зубцов:

$Q = R = S =$

Сумма зубцов QRS(III)=

**Выводы:** Для чего проводится измерение ЭКГ с разных отведений? Какие зубцы элек-трокардиограммы связаны с проведением возбуждения пожелудочкам сердца?

**Вопросы для усвоения:**

1. Объясните происхождение электрокардиограммы.
2. Объясните значение зубцов и интервалов на ЭКГ
3. Назовите основные отведения при регистрации ЭКГ

## Тема 7. Дыхание ИЗМЕРЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ОБЪЕМОВ

### Лабораторная работа № 1 «Спирометрия» Теоретическая часть

*Дыхание* — это процессы, в результате которых организм поглощает кислород и выделяет углекислый газ. Частота дыхания составляет 16—18 дыханий в мин, при нагрузке до 50 и более.

Работу легких характеризует не только частота, но и глубина дыхания, которая характеризуется дыхательными объемами.

Если мы спокойно дышим, то при каждом вдохе вдыхаем около 500 мл воздуха, столько же выдыхаем. Это *дыхательный объем (ДО) = 500 мл*. При усиленном вдохе можно дополнительно вдохнуть 1500 мл, это *резервный объем (РОВд) = 1500 мл*. При глубоком выдохе можно дополнительно выдохнуть до 1300—1500 мл. Это *резервный объем выдоха (РОВвд) = 1300 мл*.

Сумма дыхательного объема ДО, резервного объема вдоха РОВд и резервного объема выдоха РОВвд составляет *ЖЕЛ — жизненную емкость легких*. В среднем она составляет 3000—5000 мл, или 3—5 литров.

Даже при самом глубоком выдохе в легких остается воздух, он называется *остаточным объемом* и составляет примерно 1000 мл. Его нельзя измерить прибором. Остальные объемы можно измерить при помощи спирометра, или спирографа, на котором можно записать кривую дыхания. Спирометры бывают водные и воздушные. Воздушный спирометр состоит из манометра и мундштука. Специальные приборы предназначены для определения объема форсированного выдоха, который отражает состояние как легких, так и бронхов, уменьшаясь при затруднении дыхания.

### Практическая часть Цель работы:

*Реактивы и оборудование:* компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Relab Lite, датчик определения дыхательного объема

*Инструкция по выполнению лабораторной работы*

### **Ход работы:**

Одеваем чистый мундштук на прибор, плотно охватываем его губами, нос зажимаем пальцами или специальным зажимом. Делаем спокойный выдох в мундштук и записываем показатели манометра, соответствующие ДО. Затем делаем глубокий выдох и записываем показания, соответствующие РО выд.

Для измерения ЖЕЛ делаем глубокий вдох, затем глубокий выдох в мундштук и записываем показания

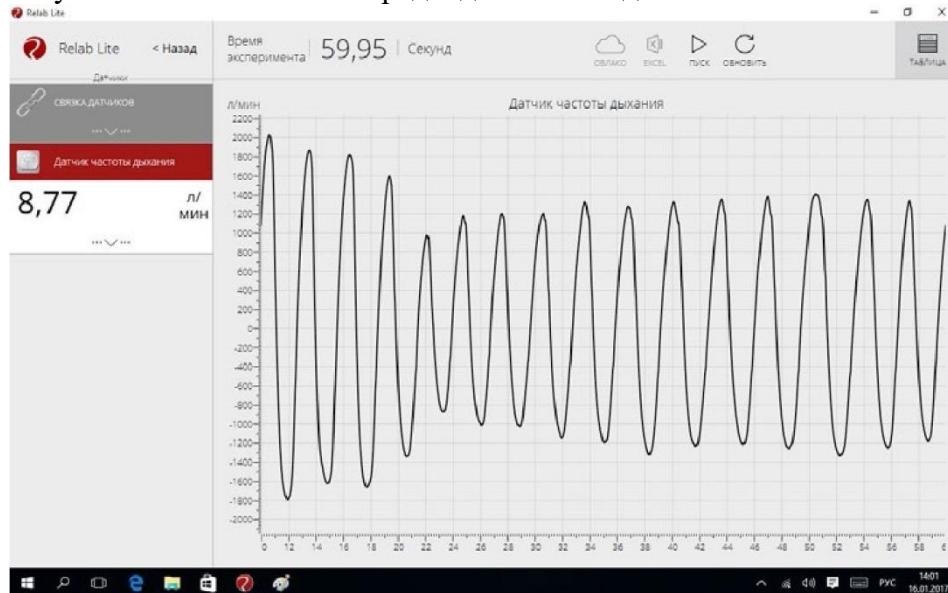
Для расчёта РО вд из ЖЕЛ вычитаем ДО + РО выд.  $РО_{вд} = ЖЕЛ - (ДО + РО_{выд})$ .

*Интерпретация результатов:* Сравнить полученные показатели с расчетными величинами ЖЕЛ по таблицам. В таблицах ЖЕЛ дана в децилитрах, в зависимости от пола, роста, возраста. После этого нужно рассчитать, сколько % составляет измеренная ЖЕЛ от должной по уравнению:

$$ЖНЛ \times 100\% \div X = ДЖРЛ$$

При нормальном функциональном состоянии дыхания ЖЕЛ не должна быть меньше ДЖЕЛ более, чем на 15%.

Результаты записываем в тетрадь и делаем вывод



Например, измеренная ЖЕЛ соответствует должной ДЖЕЛ, или меньше её.

*Вопросы для усвоения:*

1. Перечислите функции дыхательной системы
- 2 .Что такое дыхательный объём?
- 3 .Что такое жизненная ёмкость лёгких?

## Лабораторная работа №2

### «Определение объёмов лёгких и их зависимости от антропометрических показателей ипозы»

#### Теоретическая часть

Наиболее распространенной характеристикой состояния легких является измерение легочных объемов, которые свидетельствуют о развитии органов дыхания и функциональных резервах дыхательной системы. В нормальных физиологических условиях глубина вдоха и функциональный объем легких могут быть ограничены пространственным расположением тела и размерами грудной клетки. Регистрацию легочных объемов и объемной скорости воздушного потока возможно осуществить с помощью спирометрии (см. раздел «Определение легочных объемов»).

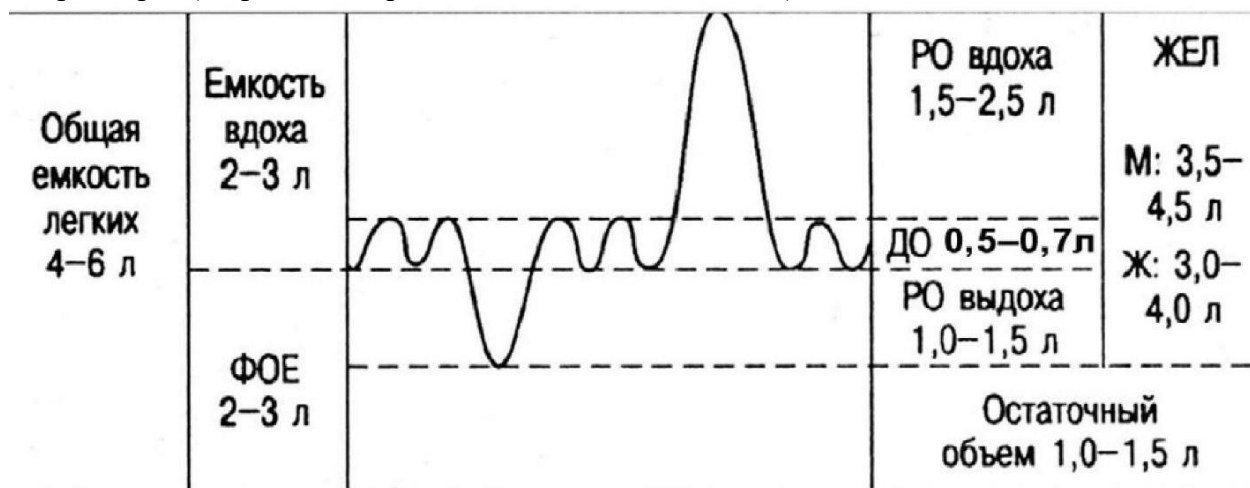


Рис. 1. Схема определения лёгочных объёмов

**Ключевые слова:** жизненная ёмкость лёгких, дыхательный объём, резервный вдох, резервный выдох, спирограмма, внешнее дыхание.

**Цель работы:** при помощи спирометрии рассчитать показатели легочных объемов, характеризующих внешнее дыхание. Определить их зависимость от антропометрических показателей ипозы.

**Оборудование и материалы:** датчик дыхания (спирометр) со стандартным мундштуком

**Особенности работы:** Для выявления зависимости легочных объемов от антропометрических показателей в исследовании принимает группа учащихся, предпочтительно, разновозрастная

#### Ход работы:

1. У группы испытуемых с помощью гибкого метра или рулетки измерьте окружность грудной клетки

2. Подключите датчик дыхания (спирометр). Испытуемый в положении сидя осуществляет спокойное дыхание через трубку спирометра. При испытании нос зажимают пальцами или зажимом. Проводится пробная запись, при необходимости нужно откорректировать масштаб по оси ординат и абсцисс

3. Приступите к измерениям. Дыхательный объем регистрируется в ходе спокойного дыхания (не меньше 5 циклов спокойного дыхания) через спирометр.

4. Для определения ЖЕЛ испытуемый после максимально глубокого вдоха делает максимальный выдох в спирометр, после чего продолжает спокойное дыхание, и через 5–7 циклов вновь повторяет маневр для определения ЖЕЛ.

5 . Измерение ЖЕЛ проводят в разных положениях, например, стоя, лежа (на парте или на стульях), сидя, обхватив руками колени и т. д. Для повышения точности результатов измерения в каждом положении производят несколько раз (2—4 раза) и вычисляют среднюю величину. Отмечают разницу в результатах измерения.

6 . Обработка полученных результатов:

По графику пневмотахограммы при помощи процедуры интегрирования определите объёмы воздуха при спокойном дыхании и при полном вдохе/выдохе . Ориентируясь на приведенную схему легочных объёмов для каждой позы вычислите показатели, требуемые для определения жизненной емкости легких: дыхательный объём, резервный объём вдоха и выдоха

Суммируйте полученные значения. Результаты занесите в таблицу.

Испытуемый	Поза	Дыхательный объём	Резервный объём вдоха	Резервный объём выдоха	Жизненная ёмкость лёгких
Василий Иванов рост = (см) обхват груди = (см)	Сидя				
	Стоя				
	Лёжа				
	Сидя, обхватив руками колени				

Представьте полученные в группе данные в виде графика зависимости показателей ЖЕЛ от окружности грудной клетки (для положения стоя)

*Примечание:* Усложнить работу можно, исследовав лёгочные объёмы и в других положениях (лежа на спине, лежа на животе, сопорой на руки и на колени, наклонившись, сидя) . Наблюдаемые изменения будут зависеть от целого ряда факторов, которые можно проанализировать и сделать соответствующие выводы . Это внутригрудной объём крови, степень эластического сопротивления лёгких, возможности расширения грудной клетки и изменения давления брюшных внутренностей на диафрагму . Все эти факторы в совокупности, но в разной степени, влияют на лёгочные объёмы при разных положениях тела . Ещё одним вариантом данной практической работы может стать сравнение полученных показателей с среднестатистическими показателями ЖЕЛ подростков:

Возраст (лет)	ЖЕЛ (л) мальчиков	ЖЕЛ (л) девочек
11	2,1	1,8
12	2,2	2,0
13	2,3	2,2
14	2,8	2,5
15	3,3	2,7

В литературе предлагается ряд эмпирических формул для расчета жизненной емкости легких подростков, приводим одну из них (сравните полученные результаты с расчетными):

для мальчиков (13—16 лет):

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{рост(см)} \times 0,052) - (\text{возраст(лет)} \times 0,022) - 4,2$$

для девочек (8—16 лет):

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{рост(см)} \times 0,041) - (\text{возраст(лет)} \times 0,018) - 3,7$$

Напоминаем, что данные, полученные в результате работы, будут являться ни в коей мере не диагностическими, а достаточно приблизительными. На величину ЖЕЛ влияет не только степень физической тренированности, но и волевые усилия испытуемых, степень усталости и ряд других факторов

**Выводы:** Какое практическое значение имеет анализ спирограммы? Почему жизненная ёмкость лёгких зависит от положения тела в пространстве и антропометрических показателей?

**Вопросы для усвоения:**

1. Где расположен дыхательный центр человека?
2. Почему после длительного бега частота дыхания человека восстанавливается не сразу?
3. Расскажите о стадиях внутреннего дыхания.
4. Что такое сурфактант?
5. От каких факторов зависит ЖЕЛ?

### Лабораторная работа №3

#### «Альвеолярная вентиляция. Влияние физической нагрузки на потребление кислорода»

*Выполнение дыхательных проб у некоторых людей может привести к ухудшению самочувствия! (при наличии спирометра!)*

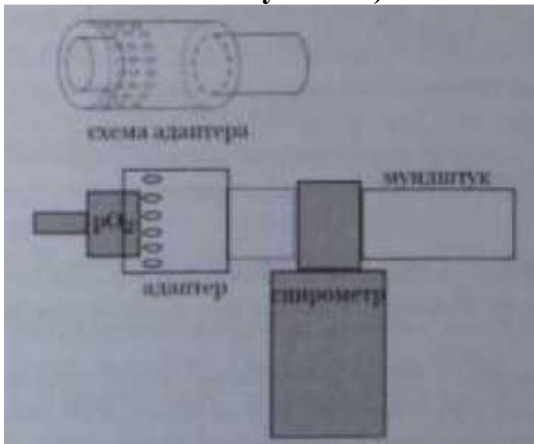
#### Теоретическая часть

Во время тяжелых физических нагрузок организм пытается получить максимальное количество кислорода, для того, чтобы обеспечить работающие мышцы энергией. В частности, это осуществляется путем изменения режима дыхания. Объем воздуха, проходящего через легкие за 1 минуту — минутный объем дыхания (МОД). Величина МОД зависит от частоты дыхания и дыхательного объема (ДО) и имеет довольно широкую вариабельность, в связи с разными факторами (пол, возраст, физическая тренированность). Частота дыхания (ЧД) в покое в среднем составляет 12—16 раз/мин, а ДО (объем воздуха за один вдох и выдох) в покое около 500 мл. Повышение концентрации углекислого газа в альвеолярном пространстве увеличивает минутный объем дыхания (МОД), а понижение — уменьшает. Осмысление механизма вентиляции альвеол необходимо в частности спортсменам для осуществления правильного дыхания во время физических тренировок. В том случае, если потребность мышц в кислороде (кислородный запрос) больше, чем возможность его поступления из лёгких крови, несмотря на увеличение частоты и глубины дыхания, возникает дефицит кислорода. После окончания упражнения возникает кислородный долг, проявляющийся в увеличенном потреблении кислорода, который расходуется на окисление недоокисленных продуктов метаболизма.

**Ключевые слова:** парциальное давление кислорода, минутный объем дыхания, кислородный долг, физическая нагрузка.

**Цель работы:** Оценить потребление кислорода в покое и после физической нагрузки. Выявить влияние физической нагрузки на частоту и глубину дыхания. Установить тип дыхательных движений, обеспечивающий максимальную вентиляцию альвеол, при физической нагрузке

**Оборудование и материалы:** датчик дыхания (спирометр), датчик содержания кислорода, адаптер для их соединения (можно изготовить самостоятельно из плотной бумаги или пластиковой бутылки).



**Схема 1.** Соединения спирометра и датчика кислорода

**Ход работы:**

1. Соберите экспериментальную установку, руководствуясь схемой 1 оденьте, используя подготовленный адаптер, датчик кислорода на выходящую трубку пневмотахографа/спирометра.

2. Держа спирометр вертикально, плотно обхватив губами мундштук изажав нос, испытуемый должен совершать медленные, глубокие дыхательные движения (длительность цикла: 8—10 секунд на вдох/выдох) на протяжении 40—60 секунд. Остановите запись.

3. Определите дыхательный объем (как описано в разделе «определение дыхательных объемов» в работе №13). Определите разность ( $DO_2$ ) между содержанием кислорода в выдыхаемом (высота пика на графике содержания кислорода) и в выдыхаемом воздухе (основание пика)

4. Повторите эксперимент после физической нагрузки (30 приседаний или двух минут бега на месте с использованием рук и ног). При регистрации поддерживайте режим дыхания, как описано в пункте 2). Рассчитайте показатели как написано в пункте 3).

5. После 10-минутного отдыха вновь повторите эксперимент без нагрузки и с физической нагрузкой. На этот раз при регистрации показателей испытуемый должен дышать с увеличенной частотой. Рассчитайте показатели как написано в пункте 3).

6. Завершите эксперимент, приступите к обработке результатов.

**Обработка полученных результатов:**

Рассчитайте минутный объем дыхания при частых дыхательных движениях и при глубоких, но редких дыхательных движениях. Минутный объем дыхания определяют по формуле:  $МОД(л) = ЧД(раз/мин) \times ДО(л)$

	МОД(л)	ДО2% доупражнения	ДО2% послеупражнения
Медленноглубокоедыхание			
Быстроedыхание			

Заполните таблицу, оцените влияние физической нагрузки на потребление кислорода. Оцените вентиляцию альвеол при разных типах дыхания.

*Выводы:* При каких типах дыхательных движениях вентиляция альвеол будет наиболее эффективной? Каким образом вы посоветуете дышать спортсмену, выполняющему физические упражнения (бег, поднятие тяжестей и т. п.)?

**Вопросы для усвоения:**

1. Что такое минутный объем дыхания?
2. От каких факторов зависит частота дыхания?
3. Где расположен дыхательный центр?
4. Как происходит гуморальная регуляция дыхания?

#### Лабораторная работа №4

##### «Пробы с задержкой дыхания на вдохе/выдохе и при гипервентиляции»

*Гипервентиляция и пробы с задержкой дыхания у некоторых людей могут привести к ухудшению самочувствия!*

Теоретическая часть

Продолжительность максимальной задержки дыхания является важным физиологическим показателем, характеризующим состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем органов и позволяющим оценить общую устойчивость организма человека к смешанной гиперкапнии (при избыточном содержании CO<sub>2</sub> в крови) и гипоксии (состоянии кислородного голодания организма). Функциональное состояние дыхательной системы возможно оценить с помощью ряда проб с задержкой дыхания.

Проба Штанге — задержка дыхания на вдохе. В среднем, у здорового человека (взрослого), её длительность составляет 40—55 секунд. При утомлении время задержки дыхания снижается. Проба Генча заключается в задержке дыхания после выдоха. Продолжительность задержки дыхания при этом составляет 25—30 секунд. Проба Генча после гипервентиляции заключается в измерении продолжительности задержки дыхания после 45 секунд усиленного дыхания. В среднем происходит возрастание продолжительности задержки дыхания на выдохе в 1,5—2 раза. При наличии изменений системы крови или со стороны кардиореспираторной системы отмечается отсутствие возрастания времени задержки дыхания на выдохе. Необходимо отметить, что результат в пробах с задержкой дыхания во многом зависит как от волевых усилий человека, так и от чувствительности его центральной нервной системы к изменению содержания углекислоты в крови. При выполнении работы можно значительно повысить информативность полученных данных, если сопоставить изменения ЧСС и степень учащения и глубины дыхания при выполнении пробы. При хорошей физической тренированности дыхание учащаться не должно в связи с тем, что возникший кислородный долг погашается за счет углубления, а не учащения дыхания.

*Ключевые слова:* гиперкапния, гипоксия, проба Штанге, проба Генча, гипервентиляция

### Цель работы:

Определить продолжительность максимальной задержки дыхания на вдохе и на выдохе и ее влияние на ЧСС.

**Оборудование и материалы:** датчик дыхания (спирометр), датчик пульса.

### Ход работы:

Подключите спирометр и датчик пульса. Датчик пульса надежно установите на мочку уха испытуемого. В положении сидя проведите пробную запись, при необходимости откорректируйте масштаб по оси ординат и абсцисс. Регистрацию показателей ЧСС испытуемому производите во время выполнения всех проб

1. **Проба Штанге:** Испытуемый в положении сидя делает 2—3 глубоких вдоха и выдоха, затем задерживает дыхание при максимальном вдохе, зажимая нос пальцами. Отметьте длительность задержки дыхания. Продолжайте запись около 2 минут после окончания задержки дыхания

2. Остановите запись, проведите ее обработку, испытуемый должен отдохнуть 5 минут

**Проба Генча:** Испытуемый в положении сидя совершает 2—3 глубоких вдоха и выдоха, затем после максимального выдоха задерживает дыхание, зажимая нос пальцами. Проводите измерения как в пункте «2».

3. Остановите запись, проведите ее обработку, испытуемый должен отдохнуть 5 минут

4. **Проба Генча после гипервентиляции:** Испытуемый в положении сидя усиленно дышит в течение 45 секунд, затем задерживает дыхание на выдохе. Опять же нос зажимается пальцами.

Проводите измерения как в пункте «2».

5. Остановите запись, приведите в порядок рабочее место

. Рассчитайте показатели, указанные в таблице и заполните таблицу:

Пробы	Спокойное дыхание		Задержка дыхания		После окончания задержки	
	ЧСС	Частота дыхания	ЧСС	Длительность задержки	ЧСС	Частота дыхания
Проба Штанге						
Проба Генча						
Проба Генча после гипервентиляции						

Отметьте изменения не только частоты, но и скорости вдоха/выдоха и глубины дыхания после задержки

**Примечание:** Также можно провести групповые исследования с испытуемыми разного возраста, пола, физической тренированности.

**Выводы:** Каким образом пробы с максимальной задержкой дыхания позволяют оценить общую устойчивость организма человека? С чем связана разная длительность задержки дыхания на вдохе и выдохе

**Вопросы для усвоения:**

1. Что такое гипервентиляция?

2. Как происходит газообмен в легких?

3. Онтогенез дыхательной системы



## Тема 8 . Пищеварение ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

### Теоретическая часть

Как известно, процесс пищеварения начинается в ротовой полости . Здесь происходит механическая обработка пищи, смачивание слюной, анализ вкусовых свойств пищи, формирование пищевого комка и начальный гидролиз некоторых пищевых веществ . Химическое воздействие, которое оказывает слюна на пищевые вещества (главным образом, расщепление углеводов) хоть и незначительное (в связи с непродолжительным пребыванием пищи в ротовой полости), но имеет большое значение для последующего процесса пищеварения. Слюна в основном продуцируется тремя парами крупных слюнных желез (околоушными, поднижнечелюстными и подъязычными) . Смешанная слюна имеет рН 5,8 — 7,4 и содержит 99,4 — 99,5% воды, остальное — сухой остаток . Консистенция слюны в основном зависит от содержания гликопротеида муцина, который придает ей слизистые свойства, обеспечивая проглатывание пищи. Ферментный состав слюны разнообразен: лизоцим оказывает

бактерицидное действие; амилаза гидролизует крахмал, превращая его в декстрины и мальтозу. Мальтоза в свою очередь под действием мальтазы расщепляется до двух остатков глюкозы, поэтому длительно пережевывая хлеб, мы ощущаем сладкий вкус во рту. Кроме того, слюна человека содержит протеолитический и липолитический ферменты, однако практически их переваривающее действие весьма слабо

Попадая в желудок, в желудочном соке которого высокая концентрация соляной кислоты (0,5%), слюна вскоре теряет свои ферментативные свойства из-за разрушения ферментов . Желудочный сок вырабатывается железами желудка . Он представляет собой прозрачную бесцветную жидкость, содержащую соляную кислоту, что обеспечивает низкий рН среды желудка. Как известно, в желудке происходит расщепление в основном белков, а липолитическая активность желудочного сока невелика. Соляная кислота вызывает денатурацию белков, «упрощая» последующее расщепление их пепсинами . Кроме того, желудочный сок содержит несколько типов пепсиногенов.

### Лабораторная работа №1

#### «Изучение ферментативного действия слюны человека на углеводы» Практическая часть

**Цель работы:** доказательство карбогидразного действия слюны и на строенности ферментов слюны человека на расщепление термически обработанных углеводов.

**Приборы и материалы:** три пробирки с делениями, крахмальным клейстером, взвесь сырого крахмала, водяная баня, спиртовой раствор йода, пипетки .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс бор данных Releon Lite, датчик для определения рН .

**Объект исследования:** человек.

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

1. Собирают в пробирку 2 мл слюны.

2. Слюну разливают в две пробирки по 1 мл (определяют рН).

В одну пробирку прибавляют 0,5 мл крахмального клейстера, в другую — 0,5 мл сырого крахмала

3. Пробирки ставят на 10—20 мин. в водяную баню при температуре 38—40°С.

4. Охлаждают пробирки в водопроводной воде (определяют рН).

5 . Прибавляют к содержимому каждой пробирки по одной-две капли йода . По изменению окраски смеси оценивают степень расщепления слюной сырого и обработанного крахмала, а также изменение pH раствора.

*Рекомендация по оформлению*

Пробирка	Начало эксперимента	Окончание эксперимента	Описание изменений в пробирке
1. Клейстер	pH=	pH=	
2. Крахмал	pH=	pH=	

Следует сделать вывод о степени расщепления ферментами слюны углеводов человека и животных и термически обработанных углеводов; перечислить ферменты слюны.

*Вопросы для усвоения:*

1. Какие ферменты входят в состав слюны?
- 2 . Какова величина суточного объема желудочного сока у взрослого человека?
- 3 . Опишите механизм рефлекторного выделения слюны.

## **Лабораторная работа №2**

**«Значение механической обработки пищи в полости рта для ее переваривания в желудке»**

### **Практическая часть**

*Цель работы:* анализ одного из проявлений преэмптиивности в работе различных отделов пищеварительного тракта

*Приборы и материалы:* две пробирки, водяная баня, термометр, желудочный сок, молоко, слюна

*Оборудование:* компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик для определения pH .

### **Ход работы**

В две пробирки наливают по 1 мл свежего молока, слюны и желудочного сока . Содержимое первой пробирки осторожно смешивают, а содержимое второй тщательно встряхивают, закрыв ее, в течение 1,5 минут, имитируя процесс жевания в полости рта . Ставят обе пробирки в водяную баню при температуре 37°C на 20 минут, после чего сравнивают характерствования молока по величине хлопьев

Исследуют pH в начале и в конце опыта.

*Рекомендация по оформлению*

Пробирка	Начало эксперимента	Окончание эксперимента	Описание изменений в пробирке
1	pH=	pH=	
2	pH=	pH=	

Следует сделать вывод о роли предварительной механической обработки пищи для эффективности последующего действия желудочного сока .

*Вопросы для усвоения:*

1. Какие пищевые вещества в основном подвергаются ферментативной обработке в желудке?

- 2 .Какой из отделов желудочно-кишечного тракта выполняет функцию депонирования пищи?
- 3 .Как влияет раздражение блуждающих нервов на желудочную секрецию?
- 4 .Какие парные слюнные железы имеются у человека?
- 5 .Как повлияет снижение рН желудочного секрета до 1 и ниже на выделение гастри-на G-клетками слизистой оболочки желудка?

### Лабораторная работа №3

#### «Изучение некоторых свойств слюны и желудочного сока»

**Цель работы:** познакомить учащихся с ферментными свойствами слюны и желудочного сока.

**Оборудование и материалы:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик для определения рН, чистые пробирки, штатив для пробирок, пипетка, мерные стаканы на 100 мл, мерные стаканы на 50 мл, маркер (для работы по стеклу, смы- вающийся), стеклянная палочка, пластмассовая ложка, обогреватель для аквариума на 40—60 литров с терморегулятором 50 W, аквариум 40 л, крахмал, пероксид водорода, йод, лимон, желудочный сок (приобретается в аптеке), куриное яйцо.

**Особенности работы:** Выполнение этой практической работы требует некоторой предварительной подготовки. Желудочный сок лучше всего приобрести заранее, так как он не всегда бывает в продаже . Обычно он продается в аптеках в расфасовке по 100 мл . В случае необходимости он может быть заменен непосредственно пепсином, также приобретаемым в аптеке . Полусваренный белок куриного яйца также лучше приготовить за-ранее . При этом удобно не варить яйцо целиком, а вылить белок в горячую (не кипящую) воду и отобрать нужное количество образовавшихся хлопьев белка . При необходимости воду с белком можно подогреть, чтобы добиться необходимой стадии денатурации. Может быть, вам покажется более удобным получение белканужной консистенции непосредственно в пробирке путем ее нагревания в воде.

В ходе работы выполняется несколько различных действий, результат которых проявляется не сразу. Это требует определенной теоретической подготовки аудитории, чтобы учащиеся не запутались в происходящем.

#### Ход работы

1. В пробирку с частично денатурированным белком долейте несколько миллилитров натурального желудочного сока. Поместите пробирку в емкость теплой водой (38—39 °С). Удобно воспользоваться небольшим аквариумом, в котором постоянная нужная температура будет поддерживаться с помощью аквариумного обогревателя с тер-морегулятором. Через 20—30 минут хлопья белка исчезнут и можно будет обсудить произошедшее

2 . Приготовьте в мерном стакане (100 мл) йодную воду. Стакан на 1/3 заполните во-дой . В воду добавьте несколько капель йода, до получения раствора цвета не слишком крепкого чая

3 . Приготовьте в мерном стакане (100 мл) раствор крахмала . Стакан на 1/3 заполните теплой водой . Возьмите 1/3 чайной ложки крахмала и растворите его в воде . Получится мутный раствор . Добиваться полного растворения крахмала не нужно . Дайте раствору отстояться

4 . В два мерных стакана объемом 50 мл налейте немного крахмальной воды (5—10мл). Не забудьте с помощью маркера пронумеровать стаканы . В первый стакан добавьте несколько капель йодной воды Убедитесь в том, что реакция на крахмал (синее окраши-вание) произошла . Во второй стакан добавьте немного слюны. Полученную смесь пере-мешайте стеклянной палочкой и оставьте на 2—3 минуты В это время соберите в дне

чистых пробирки по несколько мл слюны . В этой части работы можно акцентировать внимание учащихся на том, что слюноотделение, как и отделение желудочного сока, процесс рефлекторный . Для этого напомните ученикам о кислом вкусе лимона, а затем предъявите лимон. Отметьте повышенное слюноотделение и соберите необходимое количество слюны для выполнения работы . Добавьте в стакан со смесью крахмальной воды и слюны несколько капель одной воды. Плавными движениями перемешайте раствор. Убедитесь в отсутствии реакции на крахмал.

5 . Сделайте вывод о том, в каком отделе пищеварительной системы начинается переваривание пищи, действие слюны на крахмал и рефлекторное слюноотделение.

6 . Возьмите первую пробирку со слюной . Пользуясь пипеткой, добавьте в пробирку несколько капель пероксида водорода . Проследите за образованием пузырьков, заполненных кислородом. **Обсудите с учениками действие фермента каталазы на пероксид водорода. Укажите на дезинфицирующее действие кислорода.** Сделайте дополнительный вывод о ферментативной активности слюны

7. Возьмите вторую пробирку со слюной и пробирку с несколькими мл чистого желудочного сока . Пользуясь компьютерным интерфейсом сбора данных Releon Lite, определите pH этих жидкостей . Сделайте вывод об изменении кислотности среды в разных отделах пищеварительной системы.

8 . Достаньте пробирку, в которой к белку был добавлен желудочный сок. Убедитесь, что хлопья белка исчезли . Обсудите действие пепсина на белок, Подчеркните, что он действует только в кислой среде

9 . Сделайте вывод о ферментативной активности желудочного сока.

*Вопросы для усвоения:*

1. На какие процессы в желудочно-кишечном тракте влияет соляная кислота?

2 . Какие вещества подвергаются гидролизу в желудке взрослого человека?

3 . Всасывание каких веществ происходит преимущественно в желудке?

4 . Какие гуморальные факторы вызывают выделение желудочного сока?

5 . Как повлияет снижение pH желудочного секрета до 1 и ниже на выделение гастрин-на G-клетками слизистой оболочки желудка?

#### **Лабораторная работа №4**

#### **«Влияние афферентации рецепторов полости рта на результативность целенаправленной деятельности»**

##### **Теоретическая часть**

Афферентация (от лат. *afferens* — «приносящий») —

постоянный поток нервных импульсов, поступающих в центральную нервную систему от органов чувств, воспринимающих информацию как от внешних раздражителей (экстерорецепция), так и от внутренних органов (интерорецепция). Находится в прямой зависимости от количества и силы воздействующих раздражителей, а также от состояния — активности или пассивности — индивида

##### **Практическая часть**

**Цель работы:** убедиться, что афферентация рецепторов полости рта при формировании функциональных систем с различным конечным результатом по-разному влияет на результативность умственной деятельности

**Приборы и материалы:** секундомер, кусочки хлеба (по 2 см), жевательная резинка .  
Объект исследования: человек.

##### **Ход работы**

Сформировать пары «испытуемый — экспериментатор». Испытуемому необходимо устно решить три арифметических примера в различных условиях:

- спокойно, сидя за столом (фоновое исследование);
- сидя за столом, прижевании хлеба;
- сидя за столом, прижевании жевательной резинки.

Исследователю следует отмечать время, затраченное на решение каждого примера, вычислять среднее значение и проверять правильность ответов. Определить время формирования пищевого комка в фоне и при решении арифметических примеров.

*Рекомендация по оформлению*

Результаты занести в таблицу и сделать заключение о влиянии афферентации от рецепторов ротовой полости на показатели умственной деятельности человека.

Таблица 1

Условия исследования	Пример	Время решения, с	Среднее значение, с	Правильность решения (+/-)	Время формирования пищевого комка, с
Сидя (исх.)	37*12= 43*17= 24*22=				
Жевание хлеба (исх.)					
Сидя, прижевании хлеба	29*13= 51*12= 18*28=				
Сидя, прижевании жевательной резинки	19*32= 16*14= 27*17=				

*Вопросы для усвоения:*

1. Какое значение имеет рН панкреатического сока?
2. Какие вещества входят в состав панкреатического сока?
3. Какие ферменты поджелудочной железы вырабатываются в активном состоянии?
4. В чём заключается основная суть мембранного (пристеночного) пищеварения?
5. Какую рН имеет кишечный сок в норме?

## Тема 9. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

### Лабораторная работа №1

#### «Определение энергозатрат по состоянию сердечных сокращений» Теоретическая часть

В известной поговорке «движение — это жизнь» заключён главный принцип здорового бытия тела. Польза физической активности для сердечно-сосудистой системы не вызывает сомнений ни у врачей, ни у спортсменов, ни у обычных людей. Но как определить собственную норму интенсивности физических нагрузок, чтобы не нанести вреда сердцу и организму в целом? Кардиологи и специалисты спортивной медицины рекомендуют ориентироваться на норму пульса, измеряемую при физических нагрузках. Обычно, если ЧСС во время тренировки превышает норму, нагрузки считаются чрезмерными, а если не дотягивает до

нормы — недостаточными . Но есть и физиологические особенности организма, влияющие на частоту сокращений сердца.

Почему частота сердцебиения увеличивается?

Все органы и ткани живого организма нуждаются в насыщении питательными веществами и кислородом. Именно на этой потребности держится работа сердечно-сосудистой системы — качаемая сердцем кровь насыщает органы кислородом, и возвращается в легкие, где происходит газообмен . В состоянии покоя это происходит при ЧСС от 50 (утренированных людей) до 80—90 ударов в минуту.

При активном движении потребность всех органов в кислороде резко возрастает. Вот почему частота пульса увеличивается после физической нагрузки .

Сердце получает сигнал о необходимости получения большей порции кислорода и начинает работать в ускоренном темпе, чтобы обеспечить подачу нужного объема кислорода

### Практическая часть

*Цель работы:* определение энергозатрат по состоянию сердечных сокращений после физической нагрузки.

*Материалы и оборудование:* цифровая лаборатория, датчик ЧСС.

### Ход работы:

Расчет энергозатрат человека, который купался в бассейне 15 мин при частоте сердечных сокращений 130 ударов в 1 мин.

Расчеты можно проводить после выполнения любой физической нагрузки . Энергозатраты, совершаемые человеком в 1 мин, определяются по формуле:

$$Q = 2,09 \cdot (0,2 \cdot \text{ЧСС} - 11,3),$$

где  $Q$  — энергозатраты (кДж/мин); ЧСС — частота сердечных сокращений .

Пример: допустим, вы катались на лыжах, и частота сердечных сокращений у вас составляет 120 ударов в 1 мин. Подсчитаем энергозатраты за 1 мин:

$$Q = 2,09 \cdot (0,2 \cdot 120 - 11,3) = 2,09 \cdot (24 - 11,3) = 26,5 \text{ кДж/мин.}$$

$$Q = 30 \text{ мин} \cdot 26,5 \text{ кДж/мин} = 795 \text{ кДж}$$

Ответ: за 30 мин израсходовано 795 кДж энергии.

Задание. Определите энергозатраты при занятии на уроке физкультуре.

Вид	Разминка	Бег	Подвижные игры	Силовые упражнения
Время занятия, мин	10	10	10	10
Пульс				
Энергозатраты				

Вывод: сравните энергозатраты

*Вопросы для усвоения:*

1. Как энергозатраты организма в покое можно определить путем измерения?
- 2 . Что такое основной обмен?
- 3 . Что такое ассимиляция и диссимиляция?

### Лабораторная работа №2

#### «Составление пищевого рациона»

*Цель работы:* научиться правильно составлять пищевой рацион в зависимости от суточных энергозатрат и проанализировать собственный характер питания.

**Приборы и материалы:** таблицы состава пищевых продуктов и их калорийности(Приложение2) .  
Объектисследования:человек.

**Ходработы**

1. Описать пищевой рацион любого из своих дней и, пользуясь таблицами, оценитьпищевую ценность и калорийность каждого из блюд. Сравнить употреблённое количествобелков, жиров, углеводов и ккал с требующимся в норме 2 Составить пищевой рацион,данные занестивтаблицу

Расчётосновогообмена

**Цель работы:** освоение методики оценки основного обмена табличным методом.**Приборы и материалы:** таблицы для расчёта основного обмена (Приложение 1, 2) .**Объект исследования:**человек.

**Ходработы**

1. Формула вычисления основного обмена без учёта возраста: для мужчин:  $1 \text{ ккал} \times \text{кгмассытела} \times 24 \text{ часа}$ ; для женщин: $0,9\text{ккал} \times \text{кг массытела} \times 24\text{часа}$ .

2 . Формула вычисления основного обмена с учётом возраста и роста: $655+(9,6 \times \text{вес вкг})+(1,8 \times \text{роствсм})-(4,7 \times \text{возраст})$ .

3 . Основной обмен в сутки = базовая скорость метаболизма (приложение С) X площадьповерхности тела(приложение2) X 24 .

Возраст	Мужчины	Женщины
20	39	37
25	38	36
30	37	36
35	37	36
40	37	36
45	37	36
50	37	35
55	36	35
60	35	33
65	35	33
70	34	32
75	34	32
80	33	32

*Приложение1*

Показательосновоогообмена в час

Площадь поверхности тела  
Приложение 2

145см		150см	
32кг— 1,1	64кг— 1,5	36кг— 1,2	73кг— 1,7
36кг— 1,2	73кг— 1,6	45кг— 1,3	82кг— 1,8
45кг— 1,3	82кг— 1,7	55кг— 1,5	91кг— 1,9
55кг— 1,4	91кг— 1,8	64кг— 1,6	100кг— 2,0
155см		160см	
36кг— 1,3	73кг— 1,7	45кг— 1,4	82кг— 1,9
45кг— 1,4	82кг— 1,8	55кг— 1,6	91кг— 2,0
55кг— 1,5	91кг— 1,9	64кг— 1,7	100кг— 2,1
64кг— 1,6	100кг— 2,0	73кг— 1,8	109кг— 2,2
165см		170см	
45кг— 1,5	82кг— 1,9	55кг— 1,6	91кг— 2,0
55кг— 1,6	91кг— 2,0	64кг— 1,7	100кг— 2,1
64кг— 1,7	100кг— 2,1	73кг— 1,8	109кг— 2,2
73кг— 1,8	1,9кг— 2,2	82кг— 1,9	117кг— 2,3
175см		180см	
55кг— 1,7	91кг— 2,1	55кг— 1,7	91кг— 2,1
64кг— 1,8	100кг— 2,2	64кг— 1,8	100кг— 2,2
73кг— 1,9	109кг— 2,3	73кг— 1,9	109кг— 2,3
82кг— 2,0	117кг— 2,3	82кг— 2,0	117кг— 2,4
	127кг— 2,4		127кг— 2,5
185см		190см	
64кг— 1,8	100кг— 2,2	73кг— 2,0	109кг— 2,4
73кг— 1,9	109кг— 2,3	82кг— 2,1	117кг— 2,5
82кг— 2,0	117кг— 2,4	91кг— 2,2	127кг— 2,6
91кг— 2,1	127кг— 2,5	100кг— 2,3	136кг— 2,6
	136кг— 2,6		145кг— 2,7



*Вопросы для усвоения:*

1. Что такое белковый оптимум?
2. Какая структура организма человека является главной в процессе обмена веществ?
3. Какие взаимопревращения происходят в организме человека как органическими, так и неорганическими веществами в результате обмена веществ?

## **Тема 10 . Выделение и кожа ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

### **Лабораторная работа №1**

#### **«Исследование потогонного действия Минору»**

**Цель работы:** изучить особенности расположения и функционирования потовых желёз.

**Приборы и материалы:** кристаллический йод, касторовое масло, абсолютный спирт, крахмал, горячая вода (40— 43°C), вата.

**Объект исследования:** человек.

#### **Ход работы**

1. Необходимо на сухую ладонь смочить её раствором, кристаллический йод — 10,0; абсолютный спирт — довести до 100,0.
2. После испарения спирта, выровнять неравномерно окрашенные места чистой сухой ватой. Припудрить смазанный участок крахмалом. Другую руку опустить в горячую воду (40— 43°C) и следить за изменением цвета крахмала.
3. Рекомендации к оформлению. Зарисовать форму и расположение точек и пятен на ладони, возникающих при действии йода на крахмал.

*Вопросы для усвоения*

#### **Задача №1**

Человек находится в финской сауне: температура окружающего воздуха составляет 90°C, влажность 5 %.

*Вопросы:*

1. Какие процессы физической терморегуляции могут осуществляться в этих условиях, а какие — не могут? Дайте обоснование ответу.
2. Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции теплоотдачи?
3. Как изменятся процессы химической терморегуляции в этих условиях?
4. Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции несократительного термогенеза в этих условиях?
5. Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции несократительного термогенеза в этих условиях?

#### **Задача №2**

Человек в течение 10 мин находится в паровой бане, и многообильно потеет.

Температура воздуха составляет 90°C, влажность равна 100%.

*Вопросы:*

1. Какие процессы физической терморегуляции могут осуществляться в этих условиях, а какие — не могут? Дайте обоснование ответу.
2. Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции теплоотдачи?
3. Как изменятся процессы химической терморегуляции в этих условиях?
4. Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции несократительного термогенеза в этих условиях?

5 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции сократительного термогенеза в этих условиях?

## Лабораторная работа №2

### «Зависимость кровоснабжения кожи от температуры окружающей среды» Теоретическая часть

Для нормального протекания биохимических процессов в организме человека необходима постоянная внутренняя температура около  $37,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кожа играет основную роль в физической терморегуляции — поддержании температурного баланса в организме путем регуляции теплоотдачи. Периферические терморесепторы, расположенные в коже, чувствительны к понижению (холодовые) или повышению (тепловые ресепторы) температуры. Количество терморесепторов на поверхности разных участков тела различно, например, их плотность в коже губ в несколько раз выше, чем на поверхности стопы. При этом холодовых ресепторов в целом больше, чем тепловых. Центр терморегуляции, получающий сигналы от периферических ресепторов, а также контролирующей внутреннюю температуру, расположен в гипоталамусе.

При повышении температуры кровеносные сосуды кожи расширяются, увеличивается объем циркулирующей в них крови и ее приток от внутренних органов, также усиливается выделение влаги потовыми железами. Испарение воды с поверхности кожи и легких — единственный механизм, позволяющий понизить температуру тела, если температура окружающей среды выше  $37^{\circ}\text{C}$ . Поэтому повышение температуры при высокой влажности (например, в тропиках), препятствующей испарению пота, переносится человеком тяжелее, чем жаркая сухая погода.

При понижении температуры окружающей среды сосуды кожи суживаются и циркуляция крови через кожу уменьшается. Однако при значительном понижении температуры может возникать периодическое расширение сосудов кожи, связанное с «усталостью» гладких мышц, обеспечивающих вазоконстрикцию (сужение просвета сосудов). Этот эффект имеет защитное значение для предотвращения обморожения, например, пальцев.

Ключевые слова: терморегуляция, функции кожи, тепловая чувствительность, регуляция периферического кровотока, вазомоторные реакции

### Практическая часть

**Цель работы:** Изучение изменений периферического кровотока под влиянием температуры окружающей среды.

**Оборудование:** датчик температуры, датчик частоты пульса, бытовой фен.

#### Ход работы:

1. Подключите цифровой термометр к датчику пульса.

Попросите испытуемого положить вытянутую руку на стол, без напряжения, ладонью вверх. Закрепите на штативе над поверхностью ладони термодатчик, так чтобы чувствительный элемент находился на расстоянии около 1 см от кожи ладони.

2 . Надёжно установите на ногтевую фалангу пальца той же руки зажим датчика пульса, при необходимости, не перетягивая, закрепите его лейкопластырем.

3 . Начните регистрацию фотоплетизмограммы и температуры (1—2 минуты до начала температурного воздействия)

4. Включите фен и направьте ток горячего воздуха с расстояния не меньше 60 см в сторону ладони испытуемого.

5 . Медленно приближая фен, добейтесь постепенного повышения температуры воздуха вокруг ладони и стабильной температуры  $40\text{—}42\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (**Примечание:** чтобы заранее отработать этот маневр, можно использовать только электронный термометр на штативе, без испытуемого. При наличии воздушного термостата — удобнее использовать его).

6. Регистрировать изменения фотоплетизмограммы при температуре 140—42 °С на протяжении 3—4 минут (**Прекратите нагрев по первому требованию испытуемого!**).

7. Остановите запись, снимите датчик пульса с испытуемого, протрите его спиртовой салфеткой, приведите в порядок рабочее место.

Анализ результатов: Попросите испытуемого описать ощущения, обратите внимание на потопотделение. Опишите зависимость изменений амплитуды пульсовой волны от роста температуры. Вычислите среднюю амплитуду пульсовой волны (по 3—5 измерениям) в начале эксперимента (при комнатной температуре), при температуре (35—37 °С), в начале воздействия максимальной температуры (40 °С) и в конце воздействия.

Заполните таблицу.

Температура	Средняя амплитуда ФПГ	Изменения амплитуды ФПГ в процентах от начального значения
20—21 °С (комнатная температура)		100%
35—37 °С		
40 °С (t max) первая минута		
40 °С (t шах) вторая минута		
40 °С (t max) третья минута		

**Примечание:** Возможный вариант работы — охлаждение руки в емкости с холодной водой

Закрепите на пальце испытуемого датчик ФПГ и оденьте поверх руки герметичный полиэтиленовый мешок. После чего попросите испытуемого опустить пальцы в холодную воду на 1—2 минуты, следя, чтобы вода не попала на датчик. Регистрируйте изменения амплитуды фотоплетизмограммы. Воду лучше охладить до температуры около 15 °С заранее заготовленными кусками льда или «аккумуляторами холода» от холодильника. В качестве исследовательской задачи также можно предложить изучить влияние местного кратковременного нагрева до 40—42 °С разных участков тела (затылок, живот, спина) на периферический кровоток в конечностях.

**Выводы:** Каким образом температура окружающей среды влияет на периферический кровоток и чем это вызвано? Объясните, с точки зрения физиологии, почему на морозе краснеют щеки?

Вопросы для усвоения Задача № 1

У здорового человека произвели измерения температуры тела. Результаты термометрии, следующие: температура, измеренная в подмышечной впадине, составляет 36,6 °С, ректальная температура — 37,1 °С, подъязычная температура — 36,8 °С.

**Вопросы:**

1. Какую температуру (ядра или борочкителя человека) отражает температура, измеряемая в подмышечной впадине?

2. Какую температуру (ядра или борочкителя человека) отражает ректальная температура?

- 3 .Какую температуру (ядра или оболочку тела человека) отражает подъязычная температура?  
 4 .Каковы верхний и нижний пределы температуры ядра тела человека?  
 5 . Охарактеризуйте суточные ритмы колебания температуры тела человека .Задача № 2  
 Человек попал в условия охлаждения: при температуре окружающей среды 0°С на остановке  
 длительное время ждет автобус .

*Вопросы:*

1. Каки процессы физической терморегуляции могут осуществляться в этих условиях, а какие — не могут? Дайте обоснование ответу.
- 2 .Каки регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции теплоотдачи?
- 3 .Как изменятся процессы химической терморегуляции в этих условиях?
4. Каки регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции инсократительного термогенеза в этих условиях?
- 5 .Каки регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции инсократительного термогенеза в этих условиях?
- 6 .Какое значение для поддержания нормальной температуры ядра тела человека в этих условиях имеет слой подкожно-жировой клетчатки?
7. В какую погоду человек теряет тепло быстрее — в дождливую или сухую, если остальные показатели погодных условий одинаковы?

## Тема 12

### Практическая работа № 2 «Оценка биологического возраста по готовым антропометрическим данным»

Данную работу, вы можете провести с одним из своих родственников — дедушкой, бабушкой, родителями (желательно не моложе 30—35 лет) . Результаты работы отправить на электронный адрес учителя

I. Формулы для расчёта должного значения биологического возраста (ДБВ) и биологического возраста (БВ)

Расчёт ДБВ и БВ производится по методу Войтенко Владимира Платоновича, доктора медицинских наук, профессора НИИ Геронтологии АМН СССР. Методика расчёта была разработана в 1984 году и является упрощённым вариантом определения Биологического и Должного Биологического возрастов.

Показатели Должного биологического возраста и Биологического возраста для мужчин и женщин различаются.

Оценка индивидуальных значений должного биологического возраста (ДБВ): Мужчины:  $ДБВ = 0,629 * KB + 18,56$

Женщины:  $ДБВ = 0,581 * KB + 17,24$

где: KB — календарный возраст, лет.

Формула расчёта Биологического возраста для мужчин:

$БВ = 26,985 + 0,215 АДС - 0,149 ЗДВ - 0,151 СБ + 0,723 СОЗ$

Где:

АДС —

систолическое артериальное давление В расчётную формулу вставляется значение, отражающее уровень систолического давления (верхнее), выраженное в ммртст

Систолическое давление непрерывно повышается с возрастом и является сильным, независимым, но изменяемым фактором риска сердечнососудистых осложнений. Систолическое давление едва ли не единственный фактор риска, значение которого увеличивается с возрастом, оно повышается в возрасте от 5 до 20 лет, стабилизируется до 40 лет, а затем вновь начинает возрастать. При этом происходят возрастные изменения сердечнососудистой системы, процессы старения, сопровождающиеся потерей эластичности стенок артерий и отложением в них коллагена и кальция. Количество эластических волокон в мышечном слое стенки аорты и крупных артерий при этом уменьшается. Мужчина в период увядания подвержен развивающемуся у него атеросклерозу, что вызывает общее ослабление (снижение) жизненной активности. Это сказывается, в первую очередь, на работе сердечно-сосудистой системы. Если у людей от 40 до 50 лет болезни сердца служат причиной 25% всех случаев смерти, то в возрасте от 50 до 60 лет она достигает 40%, от 60 до 70 лет — 52%, от 70 до 80 лет она доходит уже до 62%, а в возрасте от 80 до 90 лет составляет 66% всех случаев смерти. У мужчин атеросклероз обнаруживается гораздо чаще, чем у женщин. Инфаркт чаще поражает мужчин, чем женщин, и обычно после 50 лет, хотя нередки инфаркты и у более молодых людей. Стенокардия (грудная жаба) поражает мужчин в 4 раза чаще, чем женщин. Чаще всего это бывает в возрасте от 50 до 60 лет.

ЗДВ — продолжительность задержки дыхания на вдохе, проба Штанге (всек.)

*Методика измерения.* После 5 мин. отдыха, сидя сделать 2—3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (80—90% от максимального), задерживать дыхание. Отмечается время от момента задержки дыхания до её прекращения.

СБ — статистическая балансировка, проба Ромберга, сек.

*Методика измерения.* Испытуемый должен стоять так, чтобы ноги его были на одной линии, при этом пятка одной ноги касается носка другой, руки вытянуты вперед, пальцы разведены и глаза закрыты. По нашим данным, время устойчивости у здоровых нетренированных лиц обычно в пределах 30—50 сек.

При всей простоте проведения этого теста его итог находится в сложной зависимости от состояния опорно-двигательного аппарата, координации движений и стойкости психо-логической установки на достижение наилучшего результата. Продолжительность балансировки имеет взаимосвязи с жизненной емкостью легких, продолжительностью задержки дыхания, силой мышц, антропометрическими показателями

СОЗ — Субъективная оценка здоровья, в баллах. Проводится с помощью анкеты. (Приложение 1).

Формула расчёта Биологического возраста для женщин:  $BV = -1,463 + 0,415 АДП - 0,140 СБ + 0,248 МТ + 0,694 СОЗ$  где:

АДП — артериальное давление пульсовое. Так называется разница между АДС (артериальным давлением систолическим т. е. верхним) и АДД (артериальным давлением диастолическим т. е. нижним). АДС — АДД. АДП измеряется в мм. рт. ст. Пульсовое давление отражает жесткость («возраст») крупных артерий и является сильным независимым фактором риска сердечнососудистой смертности (особенно коронарной). Повышенное пульсовое давление — показатель реального возраста артерий, который далеко не всегда совпадает с календарным возрастом человека.

МТ — вестела, кг

Отмечается связь биологического возраста с морфологической конституцией — признаками телосложения, например, с относительной массой тела и

развитием жирового компонента. Лишний вес —

это первый шаг к ожирению, серьезному хроническому многофакторному заболеванию

Это не только избыточное накопление жировой ткани и

организме, не только косметический дефект. Ожирение сопряжено с нарушениями, затрагивающими опорно-двигательную систему (артрозы), желудочно-кишечный тракт (панкреатит, холецистит, желчекаменная болезнь), сердце (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь), сосуды (варикозная болезнь), половую систему (бесплодие). Лишний вес ускоряет старение организма, ухудшает качество жизни. Кроме того, ожирение составляет основу эмоциональной неудовлетворенности, заниженной самооценки, что является одним из психологических признаков старения.

При каждом делении соматических клеток в ядре укорачиваются концы хромосом — теломеры. Теломеры служат часами жизни соматических клеток: чем они короче, тем меньше делений может сделать клетка до своего отмирания. Британские ученые недавно определили длину теломеров в соматических клетках у 1100 женщин в возрасте от 18 до 78 лет. У молодых женщин они содержали почти 7500 пар оснований нуклеотидов. С каждым прожитым годом теряется в среднем почти 27 таких пар. Женщины с избыточным весом стареют явно быстрее: теломеры в их соматических клетках оказались таких же размеров, как и у женщин старше их на 9 лет, но с нормальным весом. Курение ускоряет старение хромосом на 5 лет, а у женщин с избыточным весом — на 10 лет.

СБ — статистическая балансировка, проба Ромберга, сек.

СОЗ — Субъективная оценка здоровья, в баллах. Проводиться с помощью анкеты.

#### Приложение 1

Анкета «Субъективная оценка здоровья (СОЗ)» Ответить на 30 вопросов, приведенных в таблице

№	Вопрос	Ответ	Балл
1	Беспокоят ли тебя головные боли?	да/нет	1/0
2	Просыпаешься ли ты от любого шума?	да/нет	1/0
3	У тебя покалывает в области сердца?	да/нет	1/0
4	Считаешь ли ты, что в последние годы твоё зрение ухудшилось?	да/нет	1/0
5	Считаешь ли ты, что в последние годы твой слух ухудшился?	да/нет	1/0
6	Ты кипятишь всю воду, которую пьешь?	да/нет	1/0
7	У тебя есть проблемы с памятью?	да/нет	1/0
8	Тебя беспокоят боли в суставах?	да/нет	1/0
9	Ты регулярно бываешь на пляже?	да/нет	0/1
10	Перемена погоды как-то отражается на твоём здоровье?	да/нет	1/0
11	Ты хоть раз потерял сон из-за волнений?	да/нет	1/0
12	У тебя бывают запоры?	да/нет	1/0
13	Ты так же работоспособен, как и раньше?	да/нет	0/1
14	У тебя болит в области печени?	да/нет	1/0
15	Тебя хоть иногда беспокоят головокружения?	да/нет	1/0
16	Тебе стало труднее сосредоточиться?	да/нет	1/0

**Продолжение**

№	Вопрос	Ответ	Балл
17	Тебе хоть раз уступали место в общественном транспорте?	да/нет	1/0
18	Бывает, что тебе повсюду лупят мурашки?	да/нет	1/0
19	Тебе случалось в течение последнего года испытывать длительные периоды счастья?	да/нет	0/1
20	Тебя в ушах звенит?	да/нет	1/0
21	Ты хоть раз покупал препараты для сердца?	да/нет	1/0
22	Тебя отекают ноги?	да/нет	1/0
23	Ты стараешься исключить из своего рациона какие-то определенные блюда?	да/нет	1/0
24	Тебя бывает одышка при быстрой ходьбе?	да/нет	1/0
25	Тебя бывают боли в пояснице?	да/нет	1/0
26	Приходится тебе пить минеральную воду в лечебных целях?	да/нет	1/0
27	Замечал ли ты неприятный привкус во рту, взявший ся ниоткуда?	да/нет	1/0
28	Тебе стало легче заплакать, чем несколько лет назад?	да/нет	1/0
29	Седина покрывает хотя бы половину твоей головы?	да/нет	1/0
30	Как ты самооцениваешь свое здоровье по 5-бальной системе?		1... 5

## Результаты расчета СОЗ

1. Если ты ответил ДА на вопросы 1 —8, 10 —12, 14 —18 и 20 —29, —плюсуй себе по одному баллу за каждый вопрос.
- 2 . Если ты ответил НЕТ на вопросы 9, 13 и 19, — тоже плюсуй по одному баллу за каждый
- 3 . За ответ на 30-й вопрос:
  - 5—отними 2балла;
  - 4—отними 1балл;
  - 3—отними 0баллов;
  - 2—плюсуй 1балл;
  - 1—плюсуй 2балла

Расчет биологического возраста (БВ) по формулам, приведенным выше . Расчет группы риска.

$$\text{ДБВ} = 0,629 * \text{КВ} + 18,56;$$

ДБВ — должный биологический возраст; КВ — календарный возраст Рассчитав разницу между биологическим возрастом (БВ) и должным биологическим возрастом (ДБВ). Вы определите, к какой группе риска Вы относитесь:



1 группа (D = -15... —9,0)

2 группа (D = -8,9 ... —3,0)

3 группа (D = -2,9 ... +2,9)

4 группа (D = +3,0 ... +6,9)

5 группа (D = +7,0 ... +15)

#### Результаты теста

**1.** Если Вы принадлежите к **3-ей группе**, значит Ваш **биологический возраст соответствует Вашему календарному возрасту**. Особых причин для беспокойства нет, но **и повод для оптимизма тоже**. Ожидаемая продолжительность Вашей жизни будет примерно **равна среднестатистической по стране**.

**2**. Если Вы попали в **группу 2 или 1**, значит Ваш **биологический возраст меньше, чем календарный**. Это хорошо. Наверняка Вы следите за своим здоровьем!

**3**. Если Вы угодили в **группу 4** или, что ещё хуже, в **5**, то **Вам надо срочно принимать меры!**

**Бросайте все свои вредные привычки и меняйте свой образ жизни!**

Люди, ведущие активный образ жизни, правильно питающиеся и обычно имеющие хорошее настроение, живут дольше, чем их малоактивные и мрачные современники

Человеческий организм как совершенный механизм рассчитан на длительную жизнеспособность и продолжительность жизни, что во многом определяется тем, как человек сам себе её строит, сокращает или продлевает, как заботится о своем здоровье, т. к. именно здоровье является главной основой долголетия и активной творческой жизни.

Медицина не может гарантировать человеку сохранение абсолютного здоровья и долголетия, если у него нет установки на соблюдение этических норм в поведении и желания как можно дольше быть здоровыми и трудоспособным.

Продолжительность жизни и здоровья на 50% зависят от образа жизни, который человек создает себе сам, на 20% от наследственно обусловленных биологических факторов, еще на 20% от внешних экологических факторов и лишь на 10% от усилий.