

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Л. Ф. Казимова,
М. Л. Седокова,
С. В. Низкодубова**

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ.
ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие

Томск 2008

ББК 28.903 я 73
К 14

Печатается по решению
Учебно-методического совета
Томского государственного
педагогического университета

К 14 Казимова, Л. Ф. Физиология человека и животных. Возрастная физиология : учебно-методическое пособие / Казимова Л. Ф., Седокова М. Л., Низкодубова С. В. ; под ред. проф. С. В. Низкодубовой. – Томск : Издательство Томского государственного педагогического университета, 2008. – 136 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования и предназначено для преподавателей и студентов высших учебных заведений. Является второй частью учебно-методического комплекса по специальности 032400 «Биология», 032400.23 «Биология с дополнительной специальностью «Химия».

ББК 28.903 я 73

Рецензент:
доктор биологических наук, профессор, *Т. В. Ласукова*.

© Издательство ТГПУ, 2008
© Л. Ф. Казимова, М. Л. Седокова,
С. В. Низкодубова, 2008

Содержание

Предисловие	4
Рабочая программа дисциплины «Физиология человека и животных» ДПП.Ф.06	5
I. Физиология возбудимых тканей	17
II. Общие закономерности деятельности центральной нервной системы	32
III. Физиология крови	45
IV. Кровообращение	60
V. Физиология дыхания	90
VI. Пищеварение. Обмен веществ и энергии	101
VII. Физиологические основы здорового образа жизни	112
Рекомендуемая литература по курсу «Физиология человека и животных»	131
Рекомендуемая литература по курсу «Возрастная анатомия и физиология»	132

Предисловие

Изучение функций организма человека и животных, а также приобретение практических навыков и умений, необходимых при проведении физиологических экспериментов в условиях школы для развития творческой деятельности учеников являются основными задачами курса «Физиология человека и животных» для студентов биолого-химического и педагогического факультетов педагогического университета. Кроме того, в учебно-методическое пособие введены лабораторные работы, предусмотренного государственным стандартом по курсу «Возрастная анатомия и физиология», который изучается студентами всех факультетов педагогического университета. Изучение теоретического и практического материала предлагается начать с программы данной дисциплины.

Для каждой лабораторной работы приводятся цель и оснащение физиологического эксперимента, основной теоретический материал и методические рекомендации для его выполнения, а также вопросы для самоконтроля. Контроль знаний по пройденной теме осуществляется с помощью вопросов, которые включают возрастные особенности организма ребенка. Знания морфо-функциональных особенностей растущего организма необходимы будущему педагогу для осуществления высококвалифицированной учебно-методической деятельности.

Большинство лабораторных работ иллюстрировано рисунками для лучшего понимания темы и успешного проведения эксперимента.

Авторы

Рабочая программа дисциплины «Физиология человека и животных» ДПП.Ф.06

1. Цели и задачи дисциплины

- 1) Изучение функций организма человека и животных в фило- и онтогенезе в различных условиях существования;
- 2) Изучение регуляторных механизмов деятельности всех органов и систем организма;
- 3) Изучение механизмов восприятия, переработки и сохранения информации в центральной нервной системе для формирования диалектико-материалистического мировоззрения;
- 4) Приобретение практических навыков и умений для проведения различных физиологических опытов в условиях школы и развития творческой активности учащихся.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

После изучения курса студенты должны:

- 1) иметь общие представления о физиологических процессах, протекающих в различных органах и системах организма человека и животных, и механизмах их регуляции.
- 2) иметь практические навыки для проведения различных физиологических экспериментов в учебном общеобразовательном учреждении (школе, лицее, колледже).

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины			
Специальность 032400	360		
Специальность 032400.23	260		
Аудиторные занятия	140	68	72
Лекции	70	34	36
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	70	34	36
Самостоятельная работа			
Специальность 032400	220	108	112
Специальность 032400.23	120	58	62
Курсовой проект (работа)	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-
Реферат	-	-	-
И (или) другие виды самостоятельной работы	-	-	-
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет-экзамен	зачёт	экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (Тематический план)

№	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды занятий	
			Лекции	Лабораторные работы
1.	Введение	1	1	-
2.	Физиология возбуждения	13	7	6
3.	Нервная система	16	8	8
4.	Высшая нервная деятельность	22	8	14
5.	Физиология двигательного аппарата	7	5	2
6.	Сенсорные системы	16	6	10
7.	Внутренняя секреция	4	4	-
8.	Внутренняя среда организма	14	6	8
9.	Кровообращение	19	7	12
10.	Дыхание	10	4	6
11.	Пищеварение	4	4	2
12.	Обмен веществ и энергии	9	5	2
13.	Выделение	3	3	-
14.	Экологическая физиология	2	2	-
	Всего часов	140	70	70

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Предмет, метод, основные этапы развития физиологии. Физиология – фундаментальная наука о функциях живого организма как единого целого, о механизмах регуляции его деятельности. Связь физиологии с естественными дисциплинами. Значение физиологии в развитии дисциплин психолого-педагогического цикла, общей и школьной гигиены, медицины сельского хозяйства. Уровни организации живого организма. Молекулярные механизмы физиологических процессов. Ферменты, биологически активные вещества, их значение.

2. Физиология возбуждения. Понятия: физиологический покой, биологические реакции, раздражение, раздражители, их классификация. Возбудимость и возбуждение, возбудимые ткани, значение процессов возбуждения в деятельности живых образований. Биоэлектрические явления в тканях: история изучения биоэлектрических явлений (опыты Гальвани, Матеуччи, Дюбуа-Реймона) и способы их регистрации. Морфофункциональная организация мембраны клеток, особенности проницаемости мембраны, определяющие существование мембранного потенциала, роль активных механизмов в его сохранении. Потенциал действия, механизм его возникновения, деполяризация и реполяризация мембраны клетки как результат изменения ионной проницаемости. Понятия порогового потенциала, критического уровня

деполяризации и пика потенциала действия. Следовые явления (деполяризация и гиперполяризация).

Изменения возбудимости ткани в разные фазы волны возбуждения. Местное и распространяющееся возбуждение.

Законы раздражения: закон силы раздражения, закон длительности раздражения, кривая силы-длительности (реобаза, полезное время, хронаксия). Аккомодация ткани, ее механизм.

Учение Н. Е. Введенского о ритмическом возбуждении, лабильности. Максимальный, оптимальный и пессимальный ритмы возбуждения. Усвоение ритма (А. А. Ухтомский).

3. Физиология нервной системы. Основные этапы развития нервной системы в процесса фило- и онтогенеза. Современные методы исследования структуры и функции нервной системы.

Нейрон как структурная и функциональная единица нервной системы, классификация нейронов по строения и функции. Строение нейрона, функции отдельных частей нейрона. Нейроглия, ее функциональное значение.

Строение, и функции нервных волокон, особенности проведения возбуждения по миелиновым и безмиелиновым нервным волокнам. Классификация нервных волокон. Законы проведения возбуждения по нервному волокну (изолированное и двустороннее, практическая утомляемость).

Синапсы, их классификация, строение, механизм проведения возбуждения в нервно-мышечных синапсах и синапсах центральной нервной системы; медиаторы, механизм их выделения и действия на постсинаптическую мембрану. Потенциал концевой пластинки, миниатюрные потенциалы, возбуждающий постсинаптический потенциал. Возбуждающие и тормозящие синапсы, свойства синапсов.

Рефлекс как основной акт нервной деятельности. Определение рефлекса, общая схема рефлекторной дуги, рефлекторного кольца. Классификация рефлексов.

Нервные центры, их свойства: одностороннее проведение возбуждения, задержка проведения возбуждения, низкая лабильность, повышенная утомляемость, трансформация ритма возбуждений, суммация, явление последействия, проторение, повышенная чувствительность к недостатку кислорода, специфический характер реагирования на действие различных химических веществ.

Торможение как одна из форм деятельности нейрона, открытие торможения в ЦНС (И. М. Сеченов), значение торможения в деятельности

нервной системы. Механизмы возникновения различных видов торможения: первичного и вторичного, деполяризационного и гиперполяризационного, постсинаптического и пресинаптического.

Общие принципы координационной деятельности ЦНС. Роль обратной афферентации в координации функций. Взаимодействие и движение возбуждения и торможения: иррадиация и индукция, реципрокность как частный случай индукции. Роль прямого, возвратного и аутогенного торможения в организации координированных реакций организма на раздражения. Учение А. А. Ухтомского о доминанте, роль доминанты в педагогической деятельности.

Спинной мозг, функции передних и задних корешков спинного мозга. Рефлекторная и проводниковая функции спинного мозга. Роль спинного мозга в регуляции движений.

Продолговатого мозг и мост, их функциональное значение, двигательные системы ствола мозга, децеребрационная ригидность.

Мозжечок, его связи с другими отделами ЦНС, роль в обеспечении двигательной активности, последствия удаления мозжечка.

Функции среднего мозга (роль ядер бугров четверохолмия, красных ядер, черной субстанции, глазодвигательных ядер). Функциональное значение промежуточного мозга: специфических и неспецифических ядер зрительных бугров, ядер гипоталамуса.

Функциональное значение базальных ганглиев: бледного ядра, полосатого тела. Ретикулярная формация ствола, ее строение, афферентные и эфферентные связи, функции.

Лимбическая система мозга, ее строение, значение в возникновении различных эмоциональных состояний (чувства тревоги, ярости, агрессивности, удовольствия) и мотивационных реакций.

Вегетативная нервная система, строение и функции ее отделов: симпатического, парасимпатического, метасимпатического. Особенности структуры и функции вегетативных нервных волокон. Особенности рефлекторных дуг вегетативных рефлексов, функции вегетативных ганглиев. Адаптационно-трофическая роль симпатической нервной системы.

Кора больших полушарий. Методы исследования функций коры головного мозга. Филогенетическое развитие функций, древняя, старая и новая кора. Цитоархитектоника. Строение и функции корковых нейронов. Электроэнцефалограмма, ее ритмы. Локализация функций в коре головного мозга, сенсорные (первичные и вторичные) и моторные зоны.

4. Высшая нервная деятельность.

Значение трудов С. М. Сеченова и И. П. Павлова в развитии учения о высшей нервной деятельности. Отличия условных рефлексов от безусловных рефлексов. Инстинкты.

Образование условных рефлексов. Условия, необходимые для образования условных рефлексов. Классификация условных рефлексов. Условные рефлексы различных порядков. Механизмы образования условных связей. Значение ориентировочного рефлекса и доминанты. Современные представления о путях замыкания условных связей. Морфофункциональные и химические основы формирования условных связей.

Торможение условных рефлексов, его виды: безусловное (внешнее, запредельное), условное (угасательное, дифференцировочное, условный тормоз, запаздывающее).

Закономерности интегративной деятельности мозга. Явления иррадиации, концентрации и взаимной индукции. Функциональная мозаика коры. Системность в работе коры больших полушарий, динамический стереотип. Мотивации, эмоции и поведенческие реакции организма. Функциональная система организма, ее роль в организации поведенческих актов (П. К. Анохин).

Механизмы сна и бодрствования организма. Роль различных структур головного мозга в регуляции биоритма: сон и бодрствование. Роль гуморальных факторов в возникновении сна. Электрическая активность мозга во время сна (быстрый и медленный сон). Виды сна. Сновидения, их природа.

Механизмы памяти. Механизмы непосредственной и оперативной кратковременной памяти. Долговременная память, ее компоненты (фиксация, хранение и воспроизведение информации), молекулярно-генетические механизмы памяти.

Особенности высшей нервной деятельности человека. Первая и вторая сигнальные системы, их взаимоотношения. Роль лобных долей в осуществлении психических функций. Типы высшей нервной деятельности человека. Эмоции и мотивации. Физиологические механизмы восприятия, внимания, обучения, мышления. Физиология поведения: физиологические основы целенаправленного поведения, формы поведения, функциональное состояние и поведение, индивидуальные различия.

5. Физиология двигательного аппарата.

Макро-и микроструктура поперечно-полосатого мышечного волокна. Механизм и энергетика мышечного сокращения, роль

саркоплазматического ретикула в процессах сокращения и расслабления мышц. Тонические и фазные (быстрые и медленные) нейромоторные единицы. Одиночные и тетанические сокращения мышц. Изотоническое и изометрическое сокращения мышц. Статическая и динамическая работа мышц.

Регуляция двигательной активности. Иерархический принцип регуляции тонуса и мышечной деятельности. Спинальный уровень регуляции (роль альфа –и гаммамотонейронов), роль продолговатого мозга и мозжечка. Тонические рефлекс (рефлекс положения, статические и статокинетические). Пирамидная и экстрапирамидная системы регуляции.

Гладкие мышцы, особенности их строения и функционирования, регуляция тонуса гладких мышц.

6. Сенсорные системы (анализаторы). Общая характеристика сенсорных систем. Классификация рецепторов, их специализация. Механизм возбуждения рецепторов, генераторный и рецепторный потенциалы. Роль сенсорных систем в познании окружающего мира.

Зрительная сенсорная система. Строение глаза. Строение сетчатой оболочки глаза, микроструктура фоторецепторов. Проводящие пути и корковый отдел зрительной сенсорной системы. Построение изображения на сетчатке. Аккомодация глаза, ее механизм. Нарушения рефракции глаза: близорукость, дальнозоркость, астигматизм, сферическая и хроматическая аберрация. Функции палочек и колбочек, цветовое зрение, его нарушения. Острота зрения. Бинокулярное зрение. Последовательные зрительные образы.

Слуховая сенсорная система. Строение уха и функции наружного, среднего и внутреннего уха. Строение улитки, микроструктура спирального (кортиева) органа. Механизм восприятия звуков разной частоты. Современные теории слуха. Проводящие пути и корковый отдел слухового анализатора. Пространственная локализация звука.

Вестибулярная сенсорная система. Строение и функции вестибулярного аппарата преддверия и полукружных каналов.

Двигательная сенсорная система. Строение и функции рецепторного аппарата мышц и сухожилий (мышечное веретено, рецепторы Гольджи). Проводящие пути и корковый отдел двигательного анализатора.

Кожная сенсорная система. Классификация и структура кожных рецепторов. Проводящие пути и корковый отдел. Механизм рецепции различных видов кожных раздражений.

Обонятельная и вкусовая сенсорная системы.

7. Внутренняя секреция. Понятие об эндокринных железах, отличия эндокринных желез от желез внешней секреции. Методы изучения эндокринных желез. Взаимосвязь нервной и гормональной регуляции функций. Роль нейрогормонов (рилизинг-факторов) гипоталамуса в регуляции функций организма. Гипоталамо-гипофизарная система. Взаимодействие эндокринных желез. Гормоны, их строение, механизм действия. Регуляция деятельности эндокринных желез.

Гипофиз. Местоположение и строение гипофиза. Физиологическое значение и механизм действия гормонов аденогипофиза (передней доли), промежуточной доли. Гипо- и гиперфункция аденогипофиза. Физиологическое значение гормонов нейрогипофиза, гипофункция (несахарное мочеизнурение).

Щитовидная железа. Местоположение, строение, гормоны и их влияние на функции организма. Гипер- и гипофункции щитовидной железы.

Околощитовидные железы. Местоположение, строение, гормоны, их функциональное значение. Гипер- и гипофункции околощитовидных желез.

Поджелудочная железа. Местоположение, строение, гормоны, их функциональное значение. Гипер- и гипофункции поджелудочной железы.

Надпочечники. Местоположение, строение. Функциональное значение гормонов коры надпочечников (минералкортикоидов, глюкокортикоидов, половых гормонов). Значение гормонов мозгового слоя надпочечников (адреналин, норадреналин). Общий адаптационный синдром, его стадии (Г. Селье).

Половые железы. Местоположение, строение. Физиологическое значение (общее и специфическое) половых гормонов на мужской и женский организм. Гипо- и гиперфункции половых желез. Женский половой цикл, его стадии.

8. Внутренняя среда организма. Кровь, лимфа и тканевая жидкость как внутренняя среда организма. Функции крови. Понятие о гомеостазе. Количество крови, депо крови. Состав крови, плазмы крови.

Физико-химические свойства плазмы крови: вязкость, осмотическое давление, механизм поддержания его постоянства. Активная реакция крови, роль буферных систем. Свертывание крови, значение свертывания. Гемостаз (микроциркуляторное русло) и гемокоагуляция. Роль плазменных и тромбоцитарных факторов в свертывании крови, этапы свертывания. Антикоагулянты. Регуляция свертывания крови.

Эритроциты, их количество, форма, размер, изменения в процессе эволюции, функции, продолжительность жизни, образование.

Гемоглобин, его количество, строение и свойства, соединения гемоглобина. Миоглобин, особенности его структуры. Резистентность эритроцитов, гемолиз. Скорость оседания эритроцитов.

Лейкоциты, их количество, виды, лейкоцитарная формула, функции различных видов лейкоцитов, продолжительность жизни, образование. Понятие об иммунитете, его виды. Клеточный и гуморальный иммунитет, роль Т- и В- лимфоцитов. Типы иммуноглобулинов, их значение.

Тромбоциты, их количество, строение, функции.

Группы крови. Антигены системы АВ0, резус-фактор, переливание крови.

9. Сердечно-сосудистая система. Значение кровообращения, круги кровообращения. Особенности микроструктуры сердечной мышцы, основная и атипическая сердечная мышечная ткань. Проводящая система сердца. Цикл сердечных сокращений.

Свойства сердечной мышцы. Возбудимость, особенности мембранного потенциала и потенциала действия в различных отделах сердца.

Рефрактерность сердечной мышцы.

Сократимость сердечной мышцы, зависимость силы сокращений мышечных волокон от степени их растяжения (закон Франка-Старлинга). Гетерометрический и гомеометрический механизмы саморегуляции. Систолический и минутный объемы крови.

Проводимость сердечной мышцы. Скорость проведения возбуждения по основной и атипической тканям сердца.

Автоматия различных отделов сердца, природа и механизм.

Методы исследования деятельности сердца: тоны, электрокардиография. Регуляция деятельности сердца.

Движение крови по сосудам. Кровяное давление, факторы, от которых оно зависит, величина кровяного давления в различных участках сосудистого русла. Регистрация кровяного давления. Объемная и линейная скорость кровотока. Время кругооборота крови. Непрерывность тока крови. Пульс. Особенности движения крови по венам и капиллярам.

Регуляция тонуса сосудов. Нервная и гуморальная регуляция тонуса сосудов. Сосудодвигательный центр, его местоположение, строение, значение. Роль почек, надпочечников, гипофиза, щитовидной железы в регуляции сосудистого тонуса. Роль хемо- и барорецепторов рефлексогенных зон в саморегуляции деятельности сердечно-сосудистой системы. Реакция сердечно-сосудистой системы на изменения температуры окружающей среды, положения тела и на физическую

работу. Особенности кровоснабжения различных органов в зависимости от их функционального состояния.

10. Дыхание. Значение дыхания, внешнее и внутреннее дыхание. Механизм вдоха и выдоха. Отрицательное давление в грудной полости, его значение в дыхании и кровообращении. Жизненная емкость легких, объемы воздуха ее составляющие. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Легочная вентиляция.

Перенос газов кровью. Значение физических и химических факторов в переносе газов. Перенос кислорода кровью, кривая диссоциации гемоглобина, ее зависимость от содержания углекислого газа в крови и температуры. Механизм переноса углекислого газа кровью.

Регуляция дыхания. Дыхательный центр, его местоположение. Ритмическая активность дыхательного центра продолговатого мозга, факторы ее поддерживающие. Нервная и гуморальная регуляция дыхания.

Особенности дыхания в условиях повышенного и пониженного атмосферного давления, при мышечной работе.

11. Пищеварение. Значение пищеварения, общая характеристика процесса пищеварения. Значение трудов И. П. Павлова и его школы в разработке физиологии пищеварения. Методы исследования функции органов пищеварения. Пищеварение в ротовой полости, состав и свойства слюны, реакция слюнных желез на действие различных раздражителей. регуляция слюноотделения.

Пищеварение в желудке, реакция желудочных желез на введение различных пищевых раздражителей. Нервная и гормональная регуляция секреторной функции желудка. Механизмы сложнорефлекторной, желудочной и кишечной фаз секреции.

Пищеварение в кишечнике, состав и свойства поджелудочного сока, реакция поджелудочной железы на введение различной пищи. Регуляция секреции поджелудочного сока. Состав и свойства желчи, значение желчи в пищеварении. Регуляция желчеобразования, желчевыделения. Состав и свойства кишечного сока, механизм его секреции. Пристеночное пищеварение. Роль толстых кишок в процессах пищеварения. Всасывание питательных веществ, барьерная функция печени. Моторная функция пищеварительного тракта.

12. Обмен веществ и энергии. Значение обмена веществ, его этапы (анаболизм, катаболизм).

Обмен белков. Значение белков в организме, биологическая ценность белков, видовая и органная специфичность белков. Азотистое равновесие. Обмен белков в организме. Регуляция обмена белков.

Обмен углеводов. Значение углеводов, их энергетическая ценность и значимость для организма. Понятие о гипер- и гипогликемии. Депо углеводов. Регуляция обмена углеводов.

Обмен липидов. Значение простых и сложных липидов. Относительность видовой специфичности жиров. Жировые депо. Превращения липидов в организме. Регуляция обмена липидов.

Витамины, их физиологическое значение. Понятие об авитаминозе, гиповитаминозе, гипервитаминозе.

Водно-минеральный обмен. Значение минеральных веществ и воды для организма, его регуляция. Физиологический механизм жажды.

Превращение энергии в организме. Прямая и непрямая калориметрия. Основной обмен. Зависимость интенсивности обмена веществ от различных физиологических условий. Расход энергии при мышечной работе. Изотермия, ее значение. Химическая и физическая терморегуляция, регуляция теплообразования и теплоотдачи.

Физиологические основы питания. Энергетическая ценность пищевых веществ. Калорийность пищевого рациона. Физиологическое обоснование режима питания.

13. Выделение. Значение процессов выделения. Строение нефрона, кровоснабжение почки. Механизм мочеобразования, образование первичной и вторичной мочи: клубочковая фильтрация, реабсорбция, канальцевая секреция. Регуляция мочеобразования и мочевыведения. Кожа, ее функции. Роль кожи в закаливании организма.

14. Экологическая физиология: взаимодействие организма и среды. Климатогеографические социальные факторы среды. Адаптация организма к различным условиям. Стресс и адаптация, возраст и адаптация. Физиологические основы здорового образа жизни.

5. Лабораторный практикум

п/п	№ раздела	Наименование лабораторных работ
1	2	Изучение биоэлектрических явлений в тканях (фильм). Изучение законов раздражения (фильм). Исследование лабильности нервно-мышечного аппарата руки.
2	3	Изучение рефлексов спинного мозга у человека. Анализ рефлекторной дуги, рефлекторного кольца. Торможение спинномозговых рефлексов.
3	4	Выработка условных рефлексов у человека. Выработка торможения условных рефлексов у человека. Определение времени активного внимания и переключения внимания. Определение устойчивости внимания и динамики работоспособности Исследование свойств нервной системы у человека. Изучение темперамента у человека. Исследование состояния кратковременной зрительной памяти у человека.
4	5	Определение зависимости работы мышц от ритма, груза и вида отдыха.

5	6	Определение остроты и поля зрения у человека. Исследование состояния бинокулярного зрения. Обнаружение слепого пятна и определение его диаметра. Определение остроты слуха. Сравнение воздушной и костной проводимости звука. Определение порогов кожной чувствительности. Исследование состояния вестибулярного аппарата.
6	8	Определение групп крови. Подсчёт эритроцитов (лейкоцитов). Определение количества гемоглобина в крови. Гемолиз эритроцитов. Определение СОЭ.
7	9	Изучение автоматии сердца. Электрокардиография. Изучение регуляция деятельности сердца. Определение величины кровяного давления и подсчет пульса у человека в покое и после мышечной нагрузки. Изучение адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы у человека
8	10	Изучение механизма вдоха и выдоха. Определение жизненной емкости легких у человека. Изучение нервной регуляции дыхания.
9	11	Исследование свойств желчи
10	12	Определение величины основного обмена у человека по таблицам и формуле.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. Грацианова, А. Д. Краткий курс лекций по физиологии человека. «Физиология крови, лимфа», «Обмен веществ и энергии, терморегуляция», «Физиология кровообращения» : учеб. пособие / А. Д. Грацианова, М. Л. Седокова. – Томск : ТГПУ, 2003. – 91 с.
2. Казионова, Л. Ф. Физиология человека и животных. «Высшая нервная деятельность и сенсорные системы» : практикум / Л. Ф. Казионова, С. В. Низкодубова, М. Л. Седокова ; под ред. С. В. Низкодубовой. – Томск : ЦУМЛ ТГПУ, 2005. – 76 с.
3. Казионова, Л.Ф. Физиология человека и животных. Раздел «Физиология крови»: лаб.практикум для студентов ЕФ и ФНК / Л. Ф. Казионова ; под ред. С. В. Низкодубовой. – Томск : ТГПУ, 2000. – 25 с.
4. Низкодубова, С. В. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем : учеб. пособие / С. В. Низкодубова, Н. С. Хоч – Томск, 2004. – 169 с.
5. Физиология человека / под ред. Г. И. Косицкого. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1985. – 444 с.

б) дополнительная литература

1. Основы физиологии человека : учеб. для вузов / Н. А. Агаджанян, И. Г. Власова [и др.] ; под редакцией Н. А. Агаджаняна. – 2-е изд. – М. : Изд-во Российского ун-та дружбы народов, 2001. – 409 с.
2. Общий курс физиологии человека и животных : в 2 кн. Кн. 1. Физиология нервной, мышечной и сенсорных систем : учеб. для биол.

- и мед. спец. вузов / А. Д. Ноздрачев [и др.] ; под ред. проф. А. Д. Ноздрачева. – М. : Высшая школа, 1991. – 512 с.
3. Общий курс физиологии человека и животных : в 2 кн. Кн. 2. Физиология висцеральных систем : учеб. для биол. и мед. спец. вузов / А. Д. Ноздрачев [и др.] ; под ред. проф. А. Д. Ноздрачева. – М. : Высшая школа, 1991. – 528 с.
 4. Начала физиологии : учеб. для вузов / А. Д. Ноздрачев [и др.] ; под ред. проф. А. Д. Ноздрачева. – СПб. : Лань, 2001. – 1088 с.
 5. Физиологии человека : учеб. для вузов / Ассоциация преподавателей физиологии вузов, Международный фонд истории науки ; под ред. В. И. Ткаченко. – СПб., 1996. – 432 с.

6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

Видеофильмы, компьютерные программы промежуточного и итогового контроля знаний, слайды по различным разделам физиологии человека и животных.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Микроскопы лабораторные, студенческие.
2. Растворы, сыворотка крови, кровь.
3. Предметные и покровные стекла, камеры Горяева, гемометры Сали.
4. Сфигмоманометры, суховоздушные спирометры, волюмоспирометр, электрокардиограф.
5. Периметры Форстера, прибор для исследования зрения (ПОЗБ-1) и др. приборы.
6. Таблицы, муляжи, натуральные препараты, учебные планшеты различных органов, тематические учебные стенды.

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

В целях эффективности освоения данного курса студентами необходимо проводить текущий контроль выполнения заданий и самостоятельной работы. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов предполагает углубленное изучение литературы, подготовку рефератов по всем разделам программы.

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки (специальности): 032400 «Биология», 032400.23 «Биология с дополнительной специальностью «Химия».

I. Физиология возбудимых тканей

Работа № 1. Приготовление нервно-мышечного препарата

Цель работы: приобрести навыки приготовления нервно-мышечного препарата.

Для работы необходимы: набор препаровальных инструментов, восковая пластинка, салфетки, раствор Рингера для холоднокровных (0,6 % NaCl), объект исследования – лягушка.

Для изучения явления возбуждения как физиологического свойства мышц и нервов используют нервно-мышечный препарат, так как нервы обладают способностью к проведению возбуждения, а в мышце возбуждение проявляется в виде сокращения. Классическим нервно-мышечным препаратом считают икроножную мышцу и седалищный нерв, который ее иннервирует.

Ход работы:

Требования, предъявляемые к приготовлению нервно-мышечного препарата: 1. Нельзя прикасаться к нерву металлическими предметами и пальцами; 2. Нельзя натягивать нерв и допускать его подсыхания, так как он быстро теряет возбудимость; 3. При приготовлении препарата и во время исследований необходимо его часто смачивать раствором Рингера.

1. Обездвиживают лягушку следующим образом: обернув лягушку марлевой салфеткой так, чтобы, передние конечности ее были прижаты к телу, а голова оставалась свободной, вводят браншу ножниц в ротовую полость. Одним движением ножниц отрезают лягушке голову и, вводя круговыми движениями зонд в спинно-мозговой канал, разрушают спинной мозг. О полном его разрушении свидетельствует расслабление мышц и отсутствие защитных двигательных рефлексов на раздражение кожи.
2. Берут лягушку за задние лапки так, чтобы брюшко ее отвисало, и большими ножницами перерезают позвоночник на один сантиметр выше копчиковой кости (примерно посередине туловища), как показано на рис. 1.1.
3. Держа лягушку за задние лапки, ножницами разрезают кожу, мышцы, отрезают и удаляют свисающие внутренности вместе с передним отделом туловища так, чтобы остались задние конечности с крестцом и остатком позвоночника. При таком способе препарования нервы гарантированы от повреждения.

4. Снимают кожу с задних лапок. Для этого берут две марлевые салфетки, одной удерживают остаток позвоночника, другой захватывают кожу и быстрым движением руки удаляют ее с лапок (рис. 1.2, 1.3).
5. Препарат задних лапок берут в левую руку за остаток позвоночника так, чтобы хвостовая кость (уростиль) выдавалась вверх и срезают ее ножницами (рис. 1.4).
6. Переворачивают препарат на вентральную поверхность, аккуратно, чтобы не повредить нервные стволы крестцового сплетения, разрезают позвоночник и лонное сращение на две половины. Один препарат помещают в раствор Рингера, а другой используют для приготовления нервно-мышечного препарата (рис. 1.3).
7. Аккуратно отделяют тазовую кость от позвоночника таким образом, чтобы крестцово-поясничное сплетение осталось соединенным с позвоночным столбом (рис. 1.5).
8. Для препаровки седалищного нерва препарат переворачивают дорсальной поверхностью вверх. Стеклянными крючками раздвигают в стороны мышцы бедра (двуглавую и полуперепончатую) и находят лежащий в глубине седалищный нерв (белый тяж). Остаток позвоночника с нервом приподнимают вверх и осторожно с помощью стеклянных крючков отделяют нерв от окружающих тканей на всем протяжении до коленного сустава, подрезая его ветви, иннервирующие мышцы бедра (рис. 1.6).

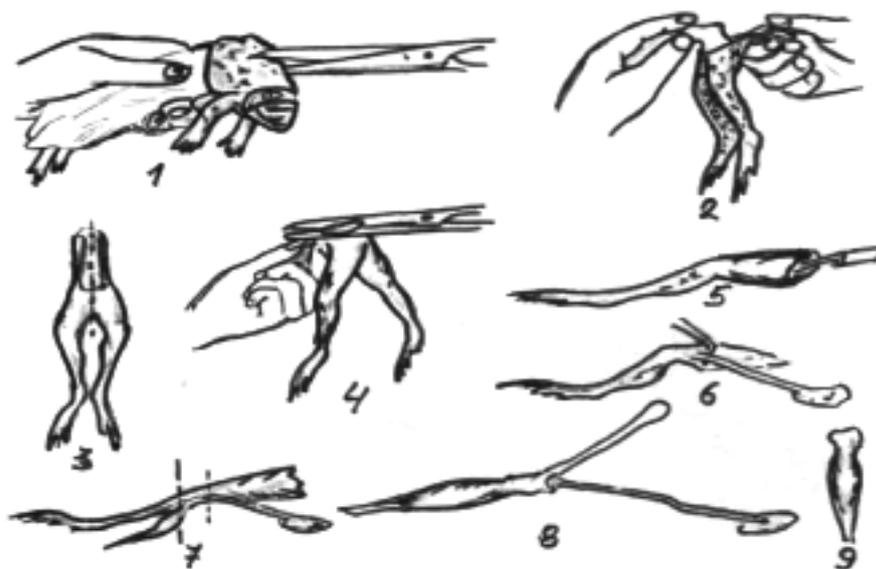


Рис. 1. Этапы приготовления нервно-мышечного препарата

9. Препаровку икроножной мышцы начинают с области ахиллова (пяточного) сухожилия. Под сухожилие подводят браншу ножниц, отделяют его по всей длине от пяточной кости и перерезают ниже сесамовидной косточки. Захватив конец пяточного сухожилия пинцетом, отводят икроножную мышцу в сторону, разрывая фасции, соединяющие ее с другими тканями. Перерезают конечность ниже коленного сустава, оставляя бедренную кость (для удобства фиксирования нервно-мышечного препарата в штативе при проведении исследований) и получают нервно-мышечный препарат (рис. 1.7,8).
10. Для приготовления препарата изолированной мышцы от нервно-мышечного препарата отсекают нерв (рис. 1.9).

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисуйте нервно-мышечный препарат, обозначьте его части.
2. Укажите, для каких целей используется нервно-мышечный препарат.

Работа № 2. Действие различных раздражителей на нервно-мышечный препарат

Цель работы: отметить особенности действия различных раздражителей на нервно-мышечный препарат.

Для работы необходимы: набор препаровальных инструментов, препаровальная (восковая) ванночка, электростимулятор, электроды, салфетки, кристаллы поваренной соли, раствор Рингера для холоднокровных, объект исследования – лягушка.

I. Электрическое раздражение

а) Раздражение ритмическим током.

1. Готовят нервно-мышечный препарат.
2. Включают в сеть электростимулятор и подают на нерв, как можно дальше от мышцы, раздражение ритмическими ударами (частота 10–25 импульсов в секунду, амплитуда тока 10–15 вольт). Наблюдается ли сокращение мышцы?

б) раздражение постоянным током

1. К седалищному нерву нервно-мышечного препарата прикасаются гальваническим пинцетом, наблюдается ли сокращение мышцы?

II. Механическое раздражение

1. На участок нерва ближе к остатку позвоночника наносят механическое раздражение ребром закрытых ножниц.

2. Производят щипок нерва пинцетом.
3. Наблюдается ли сокращение мышцы в ответ на то и другое раздражение?

III. Тепловое раздражение

1. Нагревают препаровальную иглу на спиртовке или в горячей воде,
2. Прикасаются нагретой иглой (не острием) к седалищному нерву.
3. Прикасаются к седалищному нерву ненагретой иглой.
4. Сокращается ли мышца в ответ на то и другое раздражение?

IV. Химическое раздражение

1. На седалищный нерв накладывают несколько кристалликов хлорида натрия. Отмечают, через какое время наблюдаются сокращения мышцы, обращают внимание на характер сокращений, сравнивают с действием электрического тока.
2. Смывают соль раствором Рингера. Обращают внимание, сразу ли после снятия раздражителя прекращаются сокращения мышцы?

V. Раздражение вследствие высыхания

1. Располагают нерв нервно-мышечного препарата в препаровальной ванночке таким образом, чтобы при смачивании мышцы раствором Рингера нерв оставался сухим.
2. Замечают время наступления мышечных сокращений.
3. Смачивают нерв раствором Рингера, наблюдают, прекращаются ли сокращения мышцы?

VI. Влияние нарушения проводимости

1. Накладывают лигатуру в средней части нерва и туго перевязывают ее.
2. Наносят электрическое раздражение ритмическим током выше и ниже места перевязки. Отмечают, в каком случае наблюдается сокращение мышцы.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Сделайте вывод об особенностях влияния различных раздражителей на нервно-мышечный препарат.
2. Сделайте вывод об условиях сохранения нервно-мышечного препарата в рабочем состоянии.

Работа № 3. Биоэлектрические явления в возбудимых тканях

Цель работы: с помощью биологических проб обнаружить биоэлектрические явления в возбудимых тканях.

Для работы необходимы: биметаллический пинцет (одна бранша- медная, другая – железная), набор препаровальных инструментов, препаровальная (восковая) ванночка, электростимулятор, раздражающие электроды, марлевые салфетки, электроды, раствор Рингера, объект исследования – лягушка.

Первый опыт Гальвани

В 1791 г. итальянский профессор анатомии Болонского университета Луиджи Гальвани заметил, если между мышцей и нервом на нервно-мышечном препарате произвести замыкание с помощью двух последовательно соединенных металлических проводников (медь и железо), то мышца в момент замыкания сокращается. По его мнению это – проявление «животного электричества». Физик Вольта объяснил это явление как следствие возникновения разности потенциалов на концах проводника из разнородных металлов при соприкосновении их с тканями лягушки.

Ход работы:

1. Готовят нервно-мышечный препарат двух задних лапок лягушки, не отделяя их друг от друга.
2. Подводят медную браншу биметаллического пинцета под корешки крестцового отдела спинного мозга лягушки, стараясь при этом не касаться препарата другой браншей. Прикладывают вторую (железную) браншу пинцета к мышцам лапки и наблюдают ответную реакцию в виде вздрагивания лапки. При подсыхании препарата сокращения мышцы могут исчезнуть, поэтому в течение опыта необходимо обильно орошать препарат раствором Рингера.



Рис. 2. А и Б – второй опыт Гальвани: способы набрасывания нерва;
В – опыт Маттеучи. 1 – расположение нервно-мышечных препаратов,
2 – раздражающие электроды на нервы первого препарата

Второй опыт Гальвани (сокращение без металла)

Л. Гальвани нашел новый вариант опыта без участия металлических проводников, который в истории физиологии назван вторым опытом Гальвани. Опыт впервые показал существование в тканях «животного электричества», источником которого являются сами ткани. Оно возникает между поврежденной и неповрежденной поверхностями мышцы при замыкании их нервом. Этот ток был назван током покоя или током повреждения.

Ход работы:

1. Готовят препарат задней лапки лягушки. В нижней трети бедра на мышце делают поперечный надрез.
2. Стеклянным крючком набрасывают седалищный нерв на мышцу таким образом, чтобы он одновременно коснулся поврежденной и неповрежденной поверхности мышцы бедра (рис. 2А), либо набрасывают нерв на другую поврежденную мышцу (рис. 2 Б), при этом происходит сокращение мышц.

Опыт Маттеучи (вторичный тетанус)

В 1840 г. Маттеучи обнаружил, что если нерв нервно-мышечного препарата набросить на сокращающиеся мышцы другого нервно-мышечного препарата, то происходит его сокращение. Это означает, что в мышце при ее возбуждении возникают *значительные по силе электрические токи*, которые вызывают раздражение нерва другого препарата. Эти токи были названы *токами действия*.

Ход работы:

1. Готовят два нервно-мышечных препарата. Стеклянным крючком препарируют седалищные нервы у обоих препаратов до коленного сустава, удаляют бедренную кость и мышцы бедра, оставляют голень и стопу. Оба препарата укладывают на препаратальную (восковую) ванночку.
2. Нерв одного препарата помещают на электроды.
3. Нерв второго препарата набрасывают в *продольном направлении* на мышцу первого.
4. Нерв первого препарата подвергают ритмическому раздражению и наблюдают сокращение мышц первого и второго препаратов (рис. 2В).
5. Можно наблюдать токи действия при набрасывании нерва на изолированное сокращающееся сердце лягушки.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисуйте схемы проведенных опытов.
2. Сделайте выводы по каждому опыту.

Работа № 4. Запись и анализ мышечных сокращений

Цель работы: Записать одиночное мышечное сокращение и изучить явление суммации мышечных сокращений.

Для работы необходимы: самописец, миограф, электростимулятор, штатив, препаровальный набор, раствор Рингера, пипетка, марлевые салфетки, лягушка.

Сокращение мышцы зависит от частоты, силы и длительности действующего раздражения. **Одиночное сокращение** наблюдается в том случае, если каждый последующий стимул поступает на мышцу после полного расслабления. Увеличение частоты раздражения приводит к тому, что стимулы поступают на мышцу в начале, в середине или в конце фазы расслабления, в результате чего развивается **зубчатый тетанус**. При дальнейшем увеличении частоты раздражения, когда каждый стимул поступает к мышце в фазу укорочения, развивается **гладкий тетанус**. Существуют определенные оптимальные значения частоты и силы раздражения, при которых возникает тетанус максимальной амплитуды. Это явление Н. Е. Введенский назвал **оптимумом**. Дальнейшее увеличение частоты и силы раздражения приводит к уменьшению амплитуды тетануса – это явление называется **пессимумом** (рис. 3).



Рис. 3. Виды тетануса:

1 – одиночные сокращения, 2 – зубчатый тетанус при увеличении частоты раздражения, 3 – гладкий тетанус, 4 – оптимум, 5 – пессимум.

Ход работы:

1. Готовят нервно-мышечный препарат, закрепляют его в миографе, седалищный нерв укладывают на электроды, поместив под него тонкий слой ваты, смоченной раствором Рингера.

2. Включают электростимулятор в сеть, переключатель частоты устанавливают на 1 (1 импульс в секунду) и ручкой регулировки силы тока подбирают такую силу раздражения, на которую мышца развивает достаточно сильное сокращение.
3. Записывают кривую одиночного мышечного сокращения. Отмечают на бумаге момент нанесения раздражения в виде вертикальной линии. Отпускают крючок и самописец приводится в движение падающим грузом, при этом записывается *одиночное мышечное сокращение*.
4. Увеличивают частоту раздражения до 10–20 Гц и записывают *зубчатый тетанус*. Увеличивают частоту раздражения до 20–40 Гц и записывают *гладкий тетанус*.
5. Увеличивают частоту раздражения до 40–50 Гц и записывают тетанус при оптимальной частоте раздражителя.
6. Резко увеличить частоту и силу раздражителя, не прекращая записи миограммы. Наблюдают резкое снижение амплитуды сокращения – это *пессимум* частоты и силы раздражения.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Сделайте рисунок записи одиночного и тетанического сокращений.
2. Сравните амплитуду одиночного и тетанического сокращения.
3. Объясните механизм оптимума и pessimum.
4. Сделайте выводы.

Вопросы для самоподготовки:

1. Какие ткани относятся к возбудимым?
2. Свойства возбудимых тканей.
3. Одиночное мышечное сокращение, его фазы.
4. Тетанические мышечные сокращения, их виды.

Работа № 5. Динамометрия

Цель работы: определить уровень работоспособности мышц кисти.

Для работы необходимы: кистевой динамометр, секундомер, объект исследования – человек.

Ход работы:

1. Принимают исходное положение тела стоя, отводят вытянутую правую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу.
2. Дважды выполняют максимальное усилие на динамометре. Силу мышц оценивают по лучшему результату.

3. Выполняют 10 усилий на динамометре с частотой 1 раз за 5 сек. Записывают результаты.
4. Определяют уровень работоспособности мышц по формуле:

$$P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_{10})/10,$$
 где: P – уровень работоспособности, f₁, f₂, f₃ и т.д. – показатели динамометра
5. Определяют показатель снижения работоспособности мышц по формуле:

$$S = [(f_1 - f_{\min}) / f_{\max}] \cdot 100,$$
 где: S – показатель снижения работоспособности мышц; f₁ – величина начального мышечного усилия; f_{min} – минимальная величина усилия; f_{max} – максимальная величина усилия.
6. Проводят аналогичное исследование для левой руки.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Запишите полученные результаты.
2. Начертите график характера снижения работоспособности мышц.
3. Сделайте вывод.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое работоспособность мышц?
2. Что такое утомление? Где оно возникает в первую очередь?

Работа № 6. Утомление мышц

Цель работы: 1. Исследовать зависимость развития утомления мышц в зависимости от ритма сокращения и рабочей нагрузки, изучить влияние активного отдыха на работоспособность мышц.

Для работы необходимы: набор грузов (1 кг, 1,5 кг, 2 кг, 3 кг, 5 кг), метроном или секундомер, линейки, объект исследования – человек.

При сокращении мышцы производят определенную работу, которая измеряется произведением величины груза на высоту его поднятия. *Работа мышц зависит* от функционального состояния мышц, величины поднимаемого груза и ритма движений. При среднем (оптимальном) ритме рабочих движений и средних нагрузках работоспособность будет максимальной. Длительная статическая или динамическая работа приводит к утомлению мышц. *Утомление – нормальный физиологический процесс*, в результате которого происходит уменьшение или даже полное прекращение работы мышц. Мышечное утомление в организме человека и животных является результатом изменения

функционального состояния нервных клеток больших полушарий головного мозга, которые воспринимают импульсы от рецепторов работающих мышц и регулируют их деятельность.

И. М. Сеченов показал, что восстановление работоспособности утомленных мышц руки после длительной работы по подъему груза происходит быстрее, если в период отдыха производить работу другой рукой. Временное восстановление работоспособности утомленной руки может быть достигнуто и при других видах двигательной активности, например, при работе мышц ног. Такой вид отдыха был назван *активным*.

Ход работы:

Студенты делятся на 3 группы:

- *студенты 1-й группы изучают зависимость работы мышц от ритма сокращений;*
- *студенты 2-й группы – зависимость работы от величины груза;*
- *студенты 3-й группы – зависимость работы мышц от качества отдыха (пассивного или активного).*

В каждой группе исследование проводят не менее 3 человек.

I. Определение зависимости работы мышц от ритма сокращений

1. Испытуемый 1 группы берет в опущенную вниз руку груз (для девушек 1 или 1,5 кг, для юношей – 2 или 3 кг) и, не отрывая плеча от туловища, поднимает груз до уровня плеча, сгибая руку в локтевом суставе (кисть с грузом должна совершить движение по кривой около 180°). *Ритм работы – 1 сгибание в 1 сек.*
2. Определяют время от начала работы до развития утомления мышц и подсчитывают количество сгибательных движений. *Необходимо контролировать соблюдение ритма сокращений и высоту подъема груза.*
3. После 5 минутного пассивного отдыха повторяют опыт, оставив прежний груз, но увеличив ритм работы до 2 движений в 1 сек.
4. Определяют время развития утомления и подсчитывают количество сгибательных движений.

II. Определение зависимости работы мышц от нагрузки

1. Испытуемый 2 группы берет в опущенную вниз руку груз (для девушек 1 или 1,5 кг, для юношей – 2 или 3 кг) и, не отрывая плеча от туловища, поднимает груз до уровня плеча, сгибая руку в локтевом суставе (кисть с грузом должна совершить движение по кривой около 180°). *Ритм работы – 1 сгибание в 1 сек.*

2. Определяют время развития утомления и подсчитывают количество сгибательных движений.
3. После 5 минутного пассивного отдыха повторяют опыт, *не меняя ритма движений*, но *увеличив груз до 2-3 кг для девушек или до 5 кг для юношей*.
4. Определяют время развития утомления и подсчитывают количество сгибательных движений.

III. Влияние активного отдыха на работоспособность мышц.

1. Испытуемый 3 группы берет в опущенную вниз руку груз (*для девушек 1 или 1,5 кг, для юношей – 2 или 3 кг*) и, не отрывая плеча от туловища, поднимает груз до уровня плеча, сгибая руку в локтевом суставе (кисть с грузом должна совершить движение по кривой около 180°). *Ритм работы – 1 сгибание в 1 сек.*
2. Определяют время развития утомления и подсчитывают количество сгибательных движений.
3. После 5 минутного *пассивного* отдыха повторяют исследование до полного утомления мышц, *не меняя условий опыта*.
4. Определяют время развития утомления и число сгибательных движений.
5. Испытуемый проводит 5 минутный *активный* отдых: работает в том же ритме, но без груза другой рукой или просто ритмично сгибает пальцы рук (в это время можно ходить по аудитории).
6. После 5 минутного *активного* отдыха повторяют исследование до полного утомления мышц, *не меняя условий опыта*.
7. Определяют время развития утомления и подсчитывают количество сгибательных движений.

Рекомендации к выполнению работы:

1. У каждого студента во всех группах вычисляют работу в кгм (килограммометрах), проделанную мышцами руки до развития утомления по формуле:

$$A = P \times H,$$

где А – величина работы в кгм, Р – величина груза в кг, Н – общая высота подъема груза в м.

Общую высоту подъема груза Н в метрах определяют по формуле:

$$H = h \times n,$$

где h – высота одного подъема груза от его уровня при опущенной руке до уровня плеча, n – число сгибательных движений.

2. Записывают полученные результаты в табл. 1 и делают выводы.

Таблица 1

Работоспособность мышц

Влияние ритма на работу мышц	Влияние нагрузки на работу мышц	Влияние пассивного и активного отдыха на работу мышц
		Ритм – 1 сокр/сек А1:
Ритм – 1 сокр/сек А1:	Груз 1,5 кг (девушки) или 2–3 кг (юноши) А1:	После пассивного отдыха А4:
Ритм – 2 сокр/сек А2:	Груз 2-3 кг (девушки) или 5 кг (юноши) А3:	После активного отдыха А5:

Работа № 7. Исследование физиологической лабильности (функциональной подвижности) двигательной системы человека

Цель работы: определить величину функциональной подвижности для правой и левой руки и ее изменение в процессе двигательной деятельности.

Для работы необходимо: листы бумаги в клетку, ручка или карандаш, секундомер.

Ход работы:

Данная методика основана на определении динамики максимального темпа движения руки. Опыт проводится последовательно правой и левой рукой.

1. Подготовить две таблицы-сетки (для правой и левой руки) по образцу, показанному на рис. 4. Для этого проще всего использовать два тетрадных листа в клетку. Размер каждой таблицы 15×15 см (30×30 клеток), а размер каждого из девяти квадратов – 5×5 см (10×10 клеток).

1	2	3
6	5	4
7	8	9

Рис. 4. Таблица-сетка

2. В течение 5 сек с помощью ручки или карандаша по команде экспериментатора ставят правой рукой максимальное число точек в квадрате.
3. Затем продолжают проставлять в каждом из оставшихся 8 квадратов в порядке их нумерации в течение 5 секунд максимальное

- количество точек. Переход от одного квадрата к другому осуществляется по команде экспериментатора «Переход».
4. Подсчитывают количество точек в каждом квадрате. Разделив полученное число на 5, получают величины, характеризующие физиологическую лабильность двигательной системы правой руки в начале выполнения работы (в среднем 7–11 точек в секунду) и при относительно длительной работе в максимальном режиме.
 5. После отдыха (10 мин) повторяют эксперимент, проставляя точки левой рукой.
 6. Чертят график изменения физиологической лабильности двигательной системы правой и левой руки в зависимости от времени работы. По оси абсцисс откладывают продолжительность работы в сек., по оси ординат – количество точек за 1 сек.
 7. Записывают результаты и делают выводы.

Оценка результатов:

Варианты динамики максимального темпа могут быть условно разделены на 5 типов:

1. Выпуклый тип кривой : темп нарастает до максимума в первые 10–15 секунд, в последующие секунды он снижается до исходного уровня. Этот тип кривой свидетельствует о наличии у испытуемого сильной нервной системы и высокой лабильности двигательной системы.
2. Ровный тип кривой: максимальный темп примерно на одном уровне в течение всего эксперимента. Этот тип кривой характеризует у испытуемого нервную систему средней силы и среднюю лабильность двигательной системы.
3. Нисходящий тип кривой: максимальный темп снижается уже со второго 5-секундного отрезка и остается на сниженном уровне в течение всей работы. Этот тип свидетельствует о слабой нервной системе и невысокой лабильности двигательной системы.
4. Промежуточный тип кривой: темп работы становится ниже исходного уровня после первых 10–15 сек. Этот тип расценивается как промежуточный между средней и слабой силой нервной системы (средне-слабая сила нервной системы).
5. Вогнутый тип: первоначальное снижение максимального темпа сменяется кратковременным возрастанием темпа до исходного уровня. Вследствие способности к кратковременной мобилизации такие испытуемые тоже относятся к группе лиц со средне-слабой нервной системой.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Провести оценку типа нервной системы и уровня лабильности.
2. Сравнить индивидуальные параметры испытуемых в группе.

Вопросы к теме «Физиология возбудимых тканей»

1. Основные понятия физиологии возбуждения: физиологический покой, биологические реакции, раздражение, раздражители, их классификация. Возбудимость и возбуждение. Возбудимые ткани, значение процессов возбуждения в деятельности живых образований.
2. Биоэлектрические явления в тканях: история изучения биоэлектрических явлений (опыты Гальвани, Маттеуччи, Дюбуа-Реймона) и способы их регистрации. Морфофункциональная организация мембраны клеток, особенности проницаемости мембраны, определяющие существование мембранного потенциала, роль активных механизмов в его сохранении.
3. Потенциал действия, механизм его возникновения, деполяризация и реполяризация мембраны клетки как результат изменения ионной проницаемости. Понятия порогового потенциала, критического уровня деполяризации и пика потенциала действия. Следовые явления (деполяризация и гиперполяризация).
4. Возбудимость ткани и ее изменения при возбуждении: абсолютная и относительная рефрактерность, экзальтация, субнормальность. Соотношение фаз возбудимости с фазами потенциала действия.
5. Местное и распространяющееся возбуждение, механизм проведения возбуждения по возбудимым тканям.
6. Законы раздражения: закон силы раздражения, закон длительности раздражения, кривая силы-длительности (реобаза, полезное время, хронаксия), закон градиента раздражения. Аккомодация ткани, ее механизм.
7. Учение Н. Е. Введенского о ритмическом возбуждении, лабильности. Максимальный, оптимальный и пессимальный ритмы возбуждения. Усвоение ритма (А. А. Ухтомский). Учение о парабииозе.

Вопросы к теме «Физиология двигательного аппарата»

1. Физиология двигательного аппарата. Макро-и микроструктура поперечно-полосатого мышечного волокна, сократительные белки мышц.

2. Механизм мышечного сокращения, роль саркоплазматического ретикулула в процессах сокращения и расслабления мышц. Энергетика мышечного сокращения.
3. Тонические и фазные (быстрые и медленные) нейромоторные единицы.
4. Характеристика сократительной функции. Абсолютная и относительная сила мышц. Одиночные и тетанические сокращения мышц. Изотоническое и изометрическое сокращения мышц. Статическая и динамическая работа мышц. Утомление мышц.
5. Регуляция двигательной активности. Иерархический принцип регуляции тонуса и мышечной деятельности. Спинальный уровень регуляции (роль α - и γ -мотонейронов), роль продолговатого мозга и мозжечка. Тонические рефлекс (рефлекс положения, статические и статокинетические рефлекс). Пирамидная и экстрапирамидная системы регуляции двигательной функции. Влияние симпатической нервной системы на функциональное состояние мышц.
6. Гладкие мышцы, особенности их строения и функционирования, автоматия гладкой мышцы, факторы, ее обуславливающие. Регуляция тонуса гладких мышц.

II. Общие закономерности деятельности центральной нервной системы

Работа № 8. Анализ рефлекторной дуги

Цель работы: доказать, что для осуществления рефлекса необходима анатомическая и функциональная целостность всех звеньев рефлекторной дуги.

Для работы необходимо: штатив с фиксатором для лягушки, набор препаровальных инструментов, фильтровальная бумага, вата, марля, лигатуры, эфир, раствор Рингера, 1% раствор H_2SO_4 , 0,5% раствор новокаина, вода, объект исследования – лягушка.

Рефлекс – детерминированная реакция организма на изменения внешней или внутренней среды, осуществляемая при обязательном участии ЦНС. Путь, по которому распространяются нервные импульсы от рецепторов через ЦНС до рабочего органа, называется **рефлекторной дугой**. Рефлекторная дуга включает звенья (рис. 5):

- 1) рецепторы;
- 2) афферентный путь;
- 3) ЦНС;
- 4) эфферентный путь;
- 5) рабочий орган.

Ход работы:

1. Готовят спинальную лягушку. Для этого у наркотизированной лягушки отсекают верхнюю челюсть позади глазных бугров. Через 10–15 минут, после исчезновения спинального шока, препаровальной иглой лягушку прикалывают за нижнюю челюсть к пробке, укрепленной в лапке штатива.
2. Раздражают кожу голени задней лапки фильтровальной бумагой, смоченной 0,1% раствором H_2SO_4 , и наблюдают *сгибательный рефлекс*. Смывают кислоту с кожи лягушки, опуская лапку в стакан с водой.
3. Проводят в области нижней части голени круговой разрез кожи и снимают ее с лапки. На обнаженный участок вновь накладывают фильтровальную бумагу с кислотой той же концентрации и наблюдают *отсутствие рефлекса*.
4. Делают продольный разрез кожи бедра на другой задней лапке, обнажают седалищный нерв и отпрепаровывают его на протяжении 1,5–2 см.
5. Под нерв подводят лигатуру, не завязывая ее. Затем подтягивают нерв за нитку и кладут под него ватку, смоченную новокаином,

чтобы вызвать блокаду проведения возбуждения в чувствительных нервных волокнах. Через каждую минуту проверяют наличие защитного двигательного рефлекса, опуская кончики пальцев задней лапки лягушки в стаканчик с кислотой. Отмечают время, когда на раздражение кожи пальцев лапки рефлекс отдергивания исчезает. Сразу вслед за этим раздражают кожу выше уровня блокады нерва и убеждаются в наличии рефлекса.

6. Перерезают седалищный нерв и вновь раздражают кожу бедра лапки лягушки. Наблюдают *отсутствие ответной реакции*.
7. У спинальной лягушки разрушают спинной мозг и наблюдают *исчезновение всех рефлексов*.

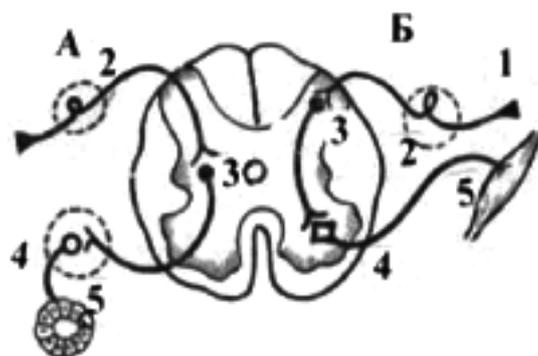


Рис. 5. Схема рефлекторных дуг соматического (А) и вегетативного (Б) рефлексов
 1 – рецепторы, 2 – афферентные нейроны, 3 – вставочные нейроны,
 4 – эфферентные нейроны, 5 – эффекторы (рабочие органы)

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисуйте общую схему трехнейронной рефлекторной дуги.
2. Оцените роль различных звеньев рефлекторной дуги в осуществлении рефлекса.
3. Сделайте выводы.

Ответьте на вопросы:

1. Что называется рефлексом?
2. Что называется рефлекторной дугой?
3. Какие по сложности существуют виды рефлекторных дуг.

Работа № 9. Определение времени спинномозгового рефлекса по методу Тюрка

Цель работы: установить зависимость времени спинномозгового рефлекса от силы раздражителя.

Для работы необходимы: штатив с фиксатором для лягушки, секундомер, препаровальный набор, вата, 0,1, 0,3, 0,5% , 1% растворы H_2SO_4 , эфир, раствор Рингера, вода, объект исследования – лягушка.

Для приготовления 0,1% раствора нужно к 100 мл воды прибавить 0,05 мл H_2SO_4 , для 0,3% – 100 мл воды + 0,15 мл H_2SO_4 , для 0,5% – 100 мл воды + 0,25 мл H_2SO_4 , для 1% – 100 мл воды + 0,5 мл H_2SO_4 .

Ход работы

1. Готовят спинальную лягушку и через 10-15 минут после исчезновения спинального шока закрепляют ее в штативе.
2. Погружают одну заднюю лапку лягушки до уровня коленного сустава в стакан с 0,1% раствором H_2SO_4 и одновременно включают секундомер (рис. 6).



Рис. 6. Схема опыта определения времени спинномозгового рефлекса.

3. Определяют время от момента погружения лапки в раствор кислоты до начала сгибательного рефлекса раздражаемой конечности. Повторяют опыт 2–3 раза с интервалами 2–3 минуты, тщательно отмывая лапку водой после каждого раздражения. Вычисляют среднее время рефлекса для данного раздражителя.

- Повторяют определение времени рефлекса, погружая последовательно лапку в растворы кислоты возрастающей концентрации (0,3%, 0,5%, 1%), тщательно отмывая лапку водой после каждого раздражения. Обратить внимание на усиление ответной реакции и вовлечение в нее кроме мышц раздражаемой лапки мышц другой лапки и туловища. Это проявление иррадиации возбуждения в спинном мозге.

Рекомендации к оформлению работы:

- Запишите время рефлекса при разной силе раздражителя в таблицу 2 и сделайте выводы.

Таблица 2

Результаты определения времени рефлекса

Растворы H ₂ SO ₄	Время рефлекса в сек			Среднее время рефлекса
	1-е определение	2-е определение	3-е определение	
0,1% H ₂ SO ₄				
0,3% H ₂ SO ₄				
0,5% H ₂ SO ₄				
1% H ₂ SO ₄				

Работа № 10. Рецептивное поле спинномозговых рефлексов

Цель работы: найти месторасположение рецептивного поля сгибательного рефлекса и рефлекса потирания.

Для работы необходимы: штатив с фиксатором для лягушки, препаровальный набор, фильтровальная бумага, вата, 0,5% HCl, раствор Рингера, вода, объект исследования – лягушка.

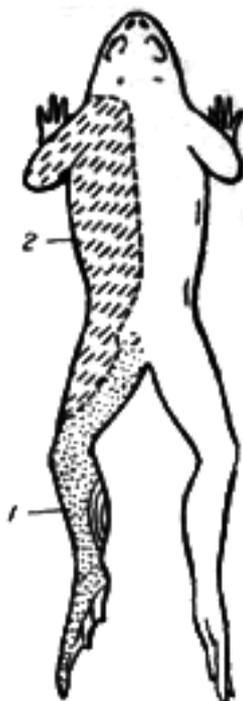
Рецептивные поля (или рефлексогенные зоны) – это области тела, содержащие специализированные рецепторы, раздражение которых вызывает строго определенные рефлексы.

Ход работы:

- Готовят спинальную лягушку, выжидают 10-15 минут до исчезновения явлений спинального шока, подвешивают лягушку за нижнюю челюсть к штативу.
- Нарезают фильтровальную бумагу полосками, шириной 4–6 мм.
- Полоску фильтровальной бумаги смачивают в растворе кислоты и пинцетом помещают на наружную поверхность кожи голени задней лапки. Наблюдают *сгибательную реакцию* лапки. Смывают кислоту, поместив лапку в стакан с водой.
- Фильтровальную бумажку, смоченную кислотой, помещают на боковую поверхность брюшка (рис. 7). Наблюдают *защитный*

рефлекс – лягушка сбрасывает раздражитель лапкой. Смывают кислоту.

5. Накладывают фильтровальную бумажку, смоченную кислотой, на наружную поверхность передней лапки, через 2 минуты – на брюшко ближе к грудной части, через 2 минуты – между передними и задними лапками. Отметить характер ответной реакции, вызываемой раздражением исследуемого рецептивного поля. После каждого раздражения лягушку погружают в стакан с водой, чтобы смыть остатки кислоты, воду в стакане неоднократно меняют.



*Рис.7. Расположение рецептивных полей спинномозговых рефлексов
1 – рецептивное поле сгибательного рефлекса,
2 – рецептивное поле рефлекса потирания*

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисовать схему рецептивного поля сгибательного рефлекса, защитного рефлекса и рефлекса потирания.
2. Сделать выводы.

Работа № 11. Центральное торможение (Сеченовское торможение)

Цель работы: наблюдать торможение рефлексов спинного мозга при раздражении зрительных бугров головного мозга.

Для работы необходимы: штатив, секундомер, препаровальный набор, 3 химических стакана на 100 мл и один на 200 мл, кристаллы NaCl, 0,5% HCl, раствор Рингера, эфир, объект исследования – лягушка.

Центральное торможение было открыто в 1863 году И. М. Сеченовым. Он удалил у лягушки головной мозг на уровне зрительных бугров и определил время сгибательного рефлекса. Затем на разрез зрительных бугров накладывал кристалл NaCl и наблюдал увеличение времени рефлекса. Он предположил, что в зрительных буграх имеются тормозные центры, оказывающие тормозящее влияние на рефлекторную активность спинного мозга, что оказалось не верным. Согласно современной точки зрения при раздражении зрительных бугров возбуждается каудальный отдел ретикулярной формации, нейроны которого возбуждают тормозные клетки спинного мозга (нейроны Реншоу), а те тормозят активность α -мотонейронов спинного мозга.

Ход работы:

1. Наркотизированную лягушку укрепляют на препаровальной доске спинкой вверх. Обнажают черепную коробку, удалив кожу. Вводят острую браншу маленьких ножниц под крышку черепной коробки и делают разрез костей по бокам черепа, стараясь не повредить головной мозг.
2. Фильтровальной бумагой аккуратно удаляют кровь и рассматривают отделы головного мозга (рис. 8).
3. Скальпелем проводят поперечный разрез мозга над зрительными буграми, ткань мозга выше разреза удаляют.
4. Закрепляют лягушку на штативе за нижнюю челюсть и определяют методом Тюрка время рефлекса (рис. 8 а).
5. Осушают поверхность мозга фильтровальной бумагой и на зрительные бугры кладут кристалл NaCl (рис. 8 б) и через 1–2 минуты определяют время рефлекса (наблюдают увеличение времени рефлекса).
6. Кристалл NaCl удаляют, мозг тщательно промывают физиологическим раствором. Через 5 минут вновь определяют время рефлекса.

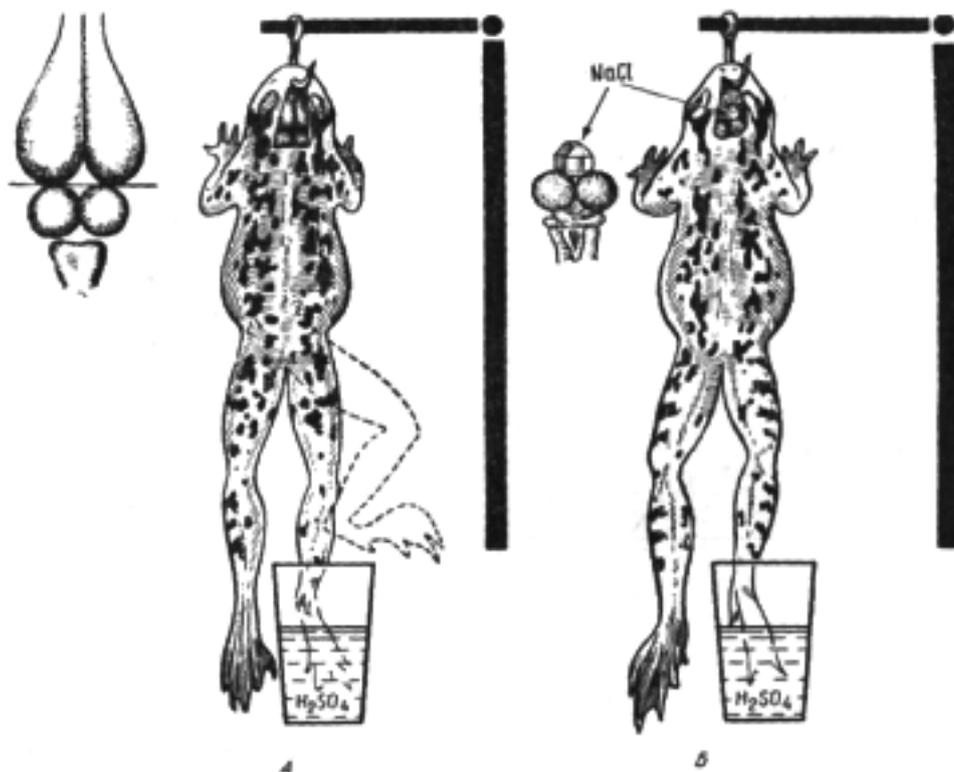


Рис. 8. Схема опыта И. М. Сеченова для демонстрации явления внутрицентрального торможения до (А) и после (Б) наложения на зрительные буры кристаллика NaCl

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисуйте схему опыта.
2. Запишите время рефлекса при различных условиях опыта.
3. Сделайте выводы о характере наблюдаемых явлений.

Работа № 12. Спинномозговые рефлексы человека

Цель работы: освоить методику воспроизведения некоторых спинномозговых рефлексов человека.

Для работы необходимы: неврологический молоточек для исследования сухожильных рефлексов. Работа проводится на человеке.

Большинство рефлексов, имеющих значение для самосохранения, поддержания положения тела, быстрого восстановления работоспособности осуществляется на основе «быстродействующих механизмов» с минимальным количеством нейронов, входящих в рефлекторную дугу. Рефлекторная деятельность возможна только при сохранности всех звеньев рефлекторной дуги. Сухожильные рефлексы возникают при раздражении проприорецепторов, расположенных в сухожилиях

мышц. Значительная часть этих рефлексов осуществляется по 2- или 3-нейронным рефлекторным дугам.

Исследование некоторых сухожильных рефлексов человека имеет большое значение для характеристики состояния центральной нервной системы, так как рефлекторные дуги этих рефлексов имеют определенную локализацию в ЦНС.

Ход работы:

Студенты поочередно друг на друге отрабатывают методику воспроизведения важнейших спинномозговых рефлексов и зарисовывают в тетради схемы рефлекторных дуг этих рефлексов.

I. Коленный рефлекс

Исследование коленного рефлекса производится следующим образом. Испытуемый садится на стул, ему предлагают положить ногу на ногу. Экспериментатор наносит несколько коротких ударов по сухожилию 4-х главой мышцы между коленной чашечкой и местом прикрепления большеберцовой кости (рис.9 а).

Следует иметь в виду, что испытуемый, сосредоточив внимание на эксперименте, может произвольно затормозить рефлекс, поэтому с целью отвлечения внимания испытуемому предлагается, глядя в потолок, растягивать руки в стороны, предварительно оцепив пальцы одной руки пальцами другой, или предложить испытуемому считать, рассказать стихотворение и.т.д. *Рефлекс постоянен, хорошо выражен. Дуга коленного рефлекса проходит через 3-й и 4-й поясничные сегменты спинного мозга.*

II. Сгибательный рефлекс предплечья

(Рефлекс с сухожилия двуглавой мышцы)

Этот рефлекс возникает при раздражении ударом молоточка сухожилия двуглавой мышцы и проявляется в быстром одиночном сокращении этой мышцы, а предплечье сгибается в локтевом суставе. Для обнаружения этого рефлекса экспериментатор левой рукой берет кисть испытуемого и сгибает его руку в локтевом суставе вверх под прямым углом (рис. 10 а). Рука испытуемого должна быть по возможности расслаблена. Экспериментатор молоточком отрывисто ударяет по сухожилию двуглавой мышцы, происходит быстрое одиночное сокращение этой мышцы. *Рефлекс в норме постоянен, но выражен довольно слабо.*

Дуга сгибательного рефлекса предплечья проходит через 5-й и 6-й шейные сегменты спинного мозга.

III. Разгибательный рефлекс предплечья

(рефлекс с трехглавой мышцы)

Этот рефлекс возникает при раздражении ударом молоточка сухожилия трехглавой мышцы и проявляется в быстром одиночном разгибании в локтевом суставе. Для обнаружения этого рефлекса экспериментатор берет руку испытуемого также как и в предыдущем опыте, только рука должна быть опущена вниз (рис. 10 б). Отрывисто ударить молоточком по сухожилию трехглавой мышцы, происходит ее сокращение. *Рефлекс с 3-х главой мышцы тоже выражен довольно слабо. Дуга этого рефлекса проходит также через 7-й и 8-й шейные сегменты спинного мозга.*

VI. Ахиллов рефлекс

Этот рефлекс заключается в том, что при ударе молоточком по ахиллову сухожилию сокращается икроножная мышца и стопа производит подошвенное сгибание.

Для получения этого рефлекса испытуемый становится коленями на стул, так чтобы стопы свободно свисали вниз (рис. 9 б), а экспериментатор ударяет молоточком по ахиллову сухожилию, происходит сгибательное движение стопы. *Рефлекс постоянен, хорошо выражен. Дуга рефлекса проходит через 1-й и 2-й крестцовые сегменты спинного мозга.*

V. Подошвенный рефлекс

Этот рефлекс относится к кожным рефлексам, они вызываются раздражением экстерорецепторов, расположенных в коже, и получают при штриховом раздражении определенных участков кожи.

Получают подошвенный рефлекс при раздражении кожи подошвы рукояткой молоточка по наружному или внутреннему ее краю (рис. 9 в). Легкие раздражения вызывают только подошвенное сгибание пальцев стопы (наступательный рефлекс), более интенсивное раздражение вызывает последовательное тыльное сгибание стопы и даже отдергивание ноги; может наблюдаться сгибание ноги в коленном и тазобедренном суставах (защитный рефлекс). Исследование подошвенного рефлекса лучше проводить в положении лежа на спине, со слегка согнутыми и разведенными в стороны ногами. *Дуга подошвенного рефлекса проходит в области 1-го крестцового сегмента спинного мозга.*

VI. Брюшные рефлексы

Брюшные рефлексы наблюдаются почти у всех здоровых людей, лишь иногда отсутствуют у тучных и имеющих вялые брюшные стенки.

Брюшные рефлексы выражаются в сокращении мышц живота при раздражении кожи живота. Различают *верхний, средний и нижний* рефлекс (рис. 10 в).

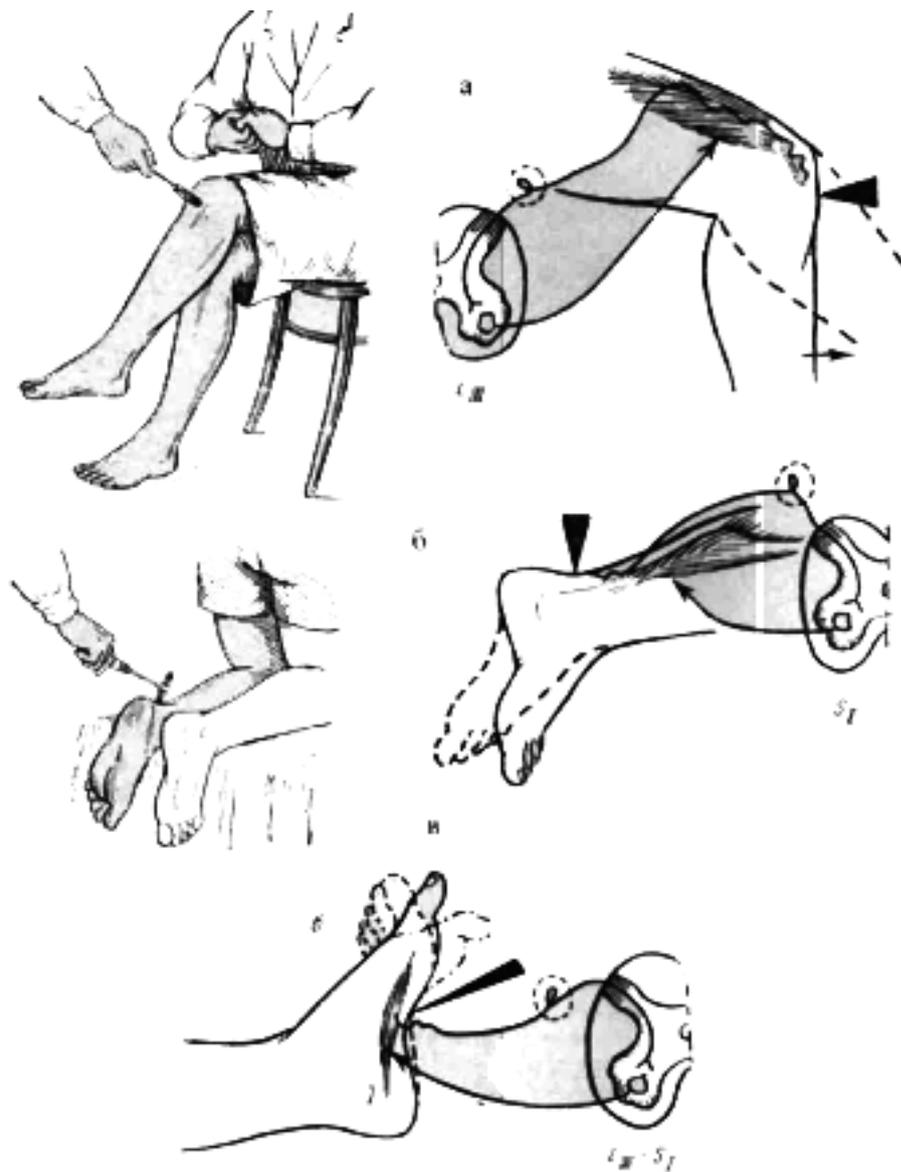


Рис. 9. Методика воспроизведения коленного (а), ахиллова (б), подошвенного (в) рефлексов и схемы их рефлекторных дуг.

Верхний брюшной рефлекс получают, проводя рукояткой молоточка по коже в боковой части подложечной области. Наблюдается сокращение мышц верхней части живота на стороне раздражения, пупок подтягивается в эту же сторону.

Средний брюшной рефлекс получают, нанося раздражение на кожу на уровне пупка, а нижний – на кожу боковой части нижнего отдела живота.

Дуги брюшных рефлексов замыкаются в 8–12-м поясничных сегментах спинного мозга.

Исследование этих рефлексов лучше производить в положении лежа.

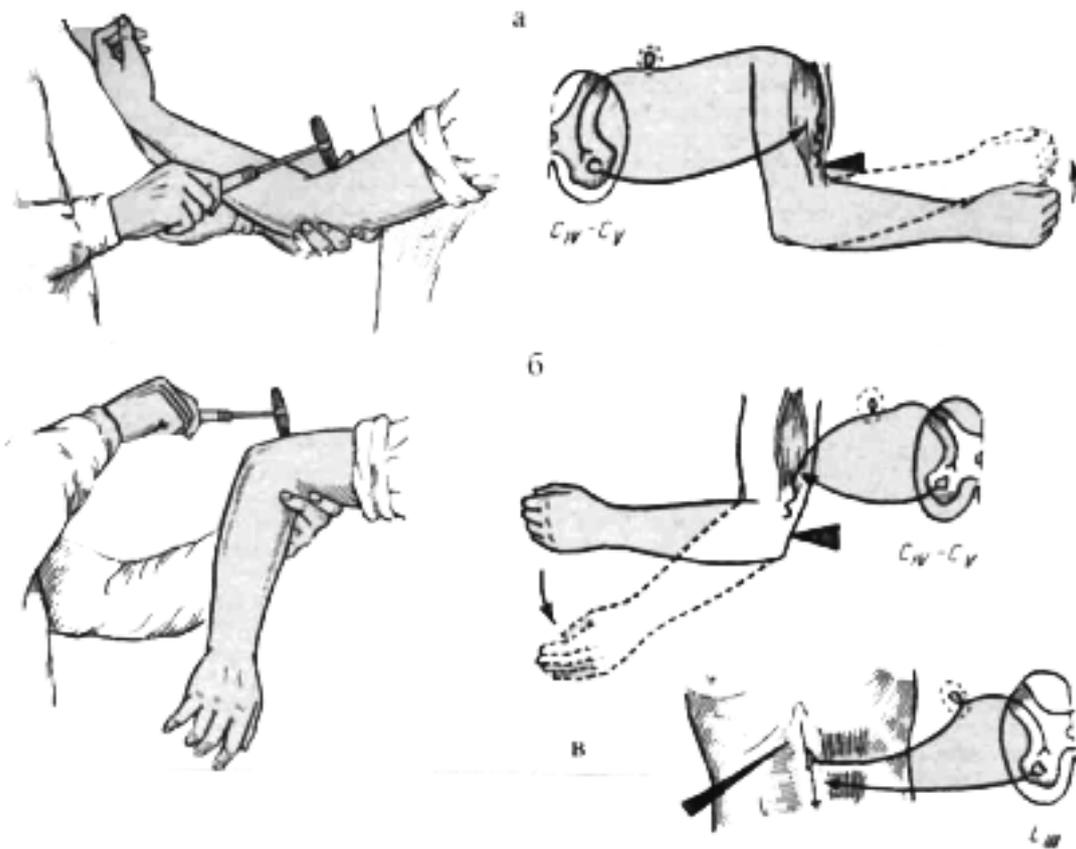


Рис. 10. Методика воспроизведения сгибательного (а) и разгибательного (б) рефлексов предплечья, брюшного рефлекса (в) и схемы их рефлекторных дуг

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисовать схемы рефлекторных дуг воспроизведенных спинно-мозговых рефлексов.

Ответьте на вопросы:

1. Что такое рефлекс, рефлекторная дуга? Виды рефлекторных дуг.
2. Классификация безусловных рефлексов.

Вопросы к теме «Физиология центральной нервной системы»

1. Нейрон как структурная и функциональная единица нервной системы, классификация нейронов по строению и функциям. Строение нейрона, функции отдельных частей нейрона. Нейроглия, ее функциональное значение.
2. Строение и функции нервных волокон, классификация нервных волокон, особенности проведения возбуждения по миелиновым и безмиелиновым нервным волокнам. Закономерности проведения

- возбуждения по нервному волокну (функциональная целостность, изолированное и двустороннее проведение, практическая неутомляемость).
3. Синапсы, их классификация, строение, механизм проведения возбуждения в возбуждающих и тормозных синапсах, медиаторы, механизм их выделения и действия на постсинаптическую мембрану. Возбуждающий и тормозной постсинаптические потенциалы. Свойства синапсов.
 4. Рефлекс как основной акт нервной деятельности. Определение рефлекса, классификация рефлексов, Рефлекторная дуга, ее звенья. Рефлекторное кольцо.
 5. Нервные центры, их свойства: одностороннее проведение возбуждения, задержка проведения возбуждения, низкая лабильность, повышенная утомляемость, трансформация ритма возбуждений, суммация возбуждений, явление последействия, окклюзия, проторение, повышенная чувствительность к недостатку кислорода, специфический характер реагирования на действие различных химических веществ.
 6. Торможение как одна из форм деятельности нейрона, открытие торможения в ЦНС (И. М. Сеченов), значение торможения в деятельности нервной системы. Механизмы возникновения различных видов торможения: первичного постсинаптического прямого и возвратного, пресинаптического; вторичного (пессимального и торможения вслед за возбуждением.)
 7. Общие принципы координационной деятельности ЦНС. Роль обратной афферентации в координации функций. Взаимодействие и движение возбуждения и торможения: иррадиация и индукция, реципрокность как частный случай индукции. Учение А. А. Ухтомского о доминанте, роль доминанты в педагогической деятельности.
 8. Спинной мозг, функции передних и задних корешков спинного мозга.
 9. Рефлекторная и проводниковая функции спинного мозга. Афферентные, эфферентные и вставочные нейроны, их свойства. Роль спинного мозга в регуляции движений.
 10. Продолговатый мозг и мост, их функциональное значение, двигательные системы ствола мозга.
 11. Мозжечок, его связи с другими отделами ЦНС, роль в обеспечении двигательной активности, последствия удаления мозжечка.

12. Функции среднего мозга: роль ядер бугров четверохолмия, красных ядер, черной субстанции, глазодвигательных ядер, децеребрационная ригидность
13. Промежуточный мозг, функциональное значение специфических и неспецифических ядер зрительных бугров, ядер гипоталамуса.
14. Функциональное значение базальных ганглиев: бледного ядра, полосатого тела.
15. Ретикулярная формация ствола мозга, ее строение, афферентные и эфферентные связи с другими отделами ЦНС, функции, роль в регуляции тонуса γ – мотонейронов спинного мозга.
16. Лимбическая система мозга, ее строение, функциональное значение. Роль лимбической системы в возникновении различных эмоциональных состояний (чувства тревоги, ярости, агрессивности, удовольствия) и мотивационных реакций.
17. Вегетативная нервная система, строение и функции ее отделов: симпатического, парасимпатического, метасимпатического. Особенности структуры и функции вегетативных нервных волокон. Особенности рефлекторных дуг вегетативных рефлексов. Адаптационно-трофическая роль симпатической нервной системы (Л. А. Орбели).
18. Кора больших полушарий (КБП) головного мозга. Методы исследования функций КБП. Древняя, старая и новая кора. Цитоархитектоника. Функциональное значение основных типов корковых нейронов. Основные ритмы электроэнцефалограммы. Локализация функций в КБП. Сенсорные (первичные и вторичные) зоны, моторные зоны. Взаимодействие коры и подкорковых структур.

III. Физиология крови

Работа № 13. Определение количества эритроцитов в крови человека

Цель работы:

1. Ознакомиться со счетной камерой, предназначенной для подсчета форменных элементов крови
2. Овладеть техникой подсчета эритроцитов.
3. Подсчитать количество эритроцитов в исследуемой крови.

Для работы необходимы: микроскоп, счетная камера, смеситель для подсчета эритроцитов, тигелек, 3 % раствор поваренной соли, дистиллированная вода, спирт, вата, кровь.

Эритроциты – красные безъядерные клетки крови, имеющие небольшие размеры и форму двояковогнутого диска. Мембрана эритроцитов проницаема для газов, некоторых анионов, малопроницаема для катионов и непроницаема для белков. Цитоплазма эритроцитов гомогенна и состоит примерно на 70% из воды и 30% сухого остатка, в состав которого входит *гемоглобин*, ферменты, соли. Благодаря гемоглобину (95% сухого остатка), эритроциты выполняют дыхательную функцию: перенос кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким. В норме количество эритроцитов относительно постоянно и составляет у мужчин от 4 до 5 млн., у женщин от 3,9 до 4,7 млн. в 1 мкл. При снижении барометрического давления, подъеме на высоту, мышечной работе, эмоциональном возбуждении, после большой потери организмом воды оно может увеличиваться. Увеличение количества эритроцитов называется *эритроцитозом*. Снижение количества эритроцитов называется *эритропенией или анемией*, она наступает после кровопотери, при усиленном разрушении эритроцитов или угнетении их образования.

Кровь для подсчета эритроцитов предварительно разбавляют в специальных смесителях, чтобы создать нужную концентрацию клеток, удобную для подсчета.

Смеситель для эритроцитов представляет собой градуированную капиллярную пипетку с ампулообразным расширением в средней части (рис. 11). В ампуле находится красная стеклянная бусинка для лучшего размешивания крови. На капилляре нанесены две метки: 0.5 и 1, выше расширения третья метка – 101, которая указывает, во сколько раз объем ампулы больше объема капилляра. При взятии крови до метки 0,5, а жидкости до деления 101 получают разведение в 200 раз,

при взятии крови до метки 1 – разведение в 100 раз. Для разбавления крови при подсчете эритроцитов применяют гипертонический раствор поваренной соли (3% NaCl), в котором эритроциты сморщиваются, становятся более рельефными и лучше видны под микроскопом.

Счетная камера. Подсчет эритроцитов производится под микроскопом в специальных счетных камерах с сеткой Горяева (рис. 11). Камера представляет собой толстое предметное стекло, разделенное 4-я желобками на узкие площадки. Средняя площадка ниже боковых на 0.1 мм и разделена поперечным желобком, по обе стороны которого выгравированы 2 сетки. Так как боковые площадки на 0.1 мм выше средней, то после притирания покровного стекла к крайним площадкам, между покровным стеклом и средней площадкой образуется камера (щель) глубиной 0.1 мм, которая заполняется кровью. Если нанесена большая капля крови, то ее избыток стекает в желобки.

Подсчет форменных элементов крови производится с помощью сетки Горяева. Сетка Горяева содержит 225 так называемых больших квадратов (15 рядов по 15 квадратов в каждом). Каждый третий большой квадрат разделен на 16 малых квадратов. На рисунке 11 маленький и большой квадраты заштрихованы. Сторона малого квадрата составляет 1/20 мм, а его площадь – 1/400 мм² (1/20•1/20=1/400 мм²). Так как высота камеры равна 0,1 мм, то объем пространства камеры над малым квадратом составляет 1/4000 мм³ (1/400 • 1/10 = 1/4000 мм³).

Ход работы:

1. Перед началом работы необходимо разобраться в устройстве сетки счетной камеры, для этого помещают камеру под микроскоп и сначала под малым, а затем под большим увеличением рассматривают сетку, находят большие и малые квадраты. Считать эритроциты удобнее при большом увеличении (окуляр 7х, объектив 40х), можно и при малом увеличении (окуляр 15х, объектив 20х).
2. В специальные тигельки наливают 3 % раствор поваренной соли для разбавления крови.
3. В смеситель набирают кровь до метки 0,5. В капилляр не должны попадать пузырьки воздуха, если это произошло, то всю кровь выдувают из смесителя и набирают ее вновь. После этого быстро переносят кончик смесителя в 3% раствор поваренной соли и набирают его до метки 101, т.е. разводят кровь в 200 раз.
4. Перемешивают содержимое смесителя, держа его между двумя пальцами руки (большим пальцем закрыть отверстие на заостренном конце смесителя, а средним – у противоположного его конца).

Плавно покачивают смеситель в горизонтальном или вертикальном направлении в течение 2-х минут.

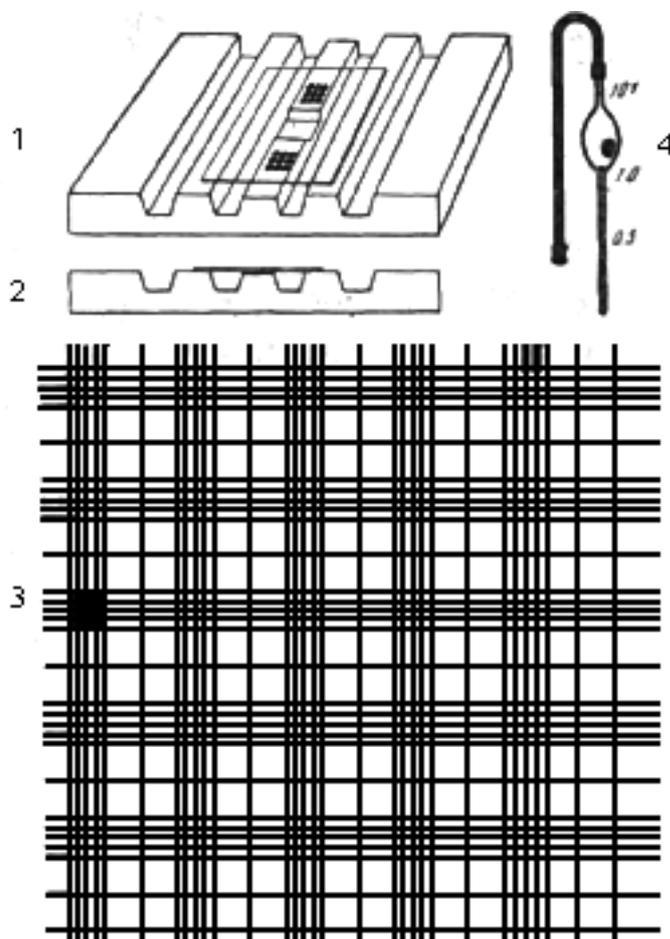


Рис. 11. Счетная камера. 1 – вид сверху; 2 – вид сбоку; 3 – сетка Горяева; 4 – смеситель для эритроцитов

5. На предметное стекло камеры в том месте, где на нем расположена сетка, помещают покровное стекло и тщательно притирают его большими пальцами рук до появления ньютоновских колец, окрашенных в цвет радуги полосок.
 6. Заполняют счетную камеру разведенной кровью. Для этого первые 2-3 капли выпускают на вату, а следующую каплю наносят на среднюю пластинку камеры у края покровного стекла, в силу капиллярности капля заполняет камеру, излишек раствора стекает в желобки.
- При заполнении камеры необходимо обратить внимание на то, чтобы под покровным стеклом не было пузырьков воздуха, и чтобы между боковыми пластинками камеры и покровным стеклом не попала жидкость, так как в этом случае изменится объем камеры.

Если это произошло, камеру следует промыть дистиллированной водой, насухо вытереть марлей и заполнить снова, предварительно еще раз размешав разведенную кровь. Выждав 5 минут, помещают камеру на столик микроскопа и под малым увеличением находят сетку счетной камеры и, если эритроциты расположены равномерно (что является показателем хорошего перемешивания), приступают к их подсчету.

7. Подсчет эритроцитов. Прежде чем начать подсчет эритроцитов, рекомендуется на листе бумаги нарисовать 5 больших квадратов, разделив их на 16 малых, в каждый квадрат вписывают подсчитанное число эритроцитов. Производят подсчет эритроцитов в 5 больших квадратах, разделенных на малые квадраты, расположенных по диагонали сетки. Считают эритроциты, находящиеся внутри каждого малого квадрата, а также на линиях, ограничивающих его верхнюю и правую стороны. При таком подсчете будут сосчитаны все эритроциты, которые входят в большой квадрат (рис. 12).



Рис. 12. Счет эритроцитов. Пунктирными линиями показаны эритроциты, которые следует считать в каждом отдельном квадрате

8. Подсчитав сумму эритроцитов в 5 больших квадратах, находят число эритроцитов в 1 мм^3 . Например, в 5 больших квадратах или в 80 малых ($16 \times 5 = 80$) сосчитано «а» эритроцитов, следовательно, на 1 малый квадрат приходится $a/80$ эритроцитов – это количество эритроцитов, содержащееся в объеме $1/4000 \text{ мм}^3$, а в 1 мм разведенной крови количество эритроцитов должно быть в 4000 раз больше. Так как кровь была разведена в 200 раз, то количество эритроцитов в 1 мкл крови (X) будет равно:

$$X = a \cdot 4000 \cdot 200 / 80.$$

Рекомендации к оформлению работы:

1. Нарисуйте 1/4 часть сетки Горяева.
2. Нарисуйте смеситель для подсчета эритроцитов.
3. Сравните полученные Вами результаты с нормой.

Ответьте на вопросы:

1. Сколько эритроцитов содержится в 1 мм³ крови?
2. Как устроена счетная камера?
3. Какой объем имеет маленький квадрат?
4. Объясните формулу для подсчета эритроцитов.

Работа № 14. Определение количества лейкоцитов в крови человека

Цель работы:

1. Овладеть техникой подсчета лейкоцитов.
2. Определить количество лейкоцитов в исследуемой крови.

Для работы необходимы: микроскоп, смеситель для лейкоцитов, счетная камера, покровное стекло, жидкость Тюрка, тигелек, спирт, вата, кровь.

Лейкоциты – белые клетки крови. Они *разнообразны по форме, происхождению, функциям, количественному составу в крови* (гранулоциты: нейтрофилы, базофилы, эозинофилы; агранулоциты: моноциты, лимфоциты –Т и В). Количество лейкоцитов в крови здоровых людей составляет *от 4000 до 8000 в 1 мкл*. Увеличение количества лейкоцитов называется *лейкоцитозом*. Он может быть *физиологическим* (после приема пищи, мышечной нагрузки, при эмоциях, боли, беременности) и *патологическим* (при воспалительных процессах, ангине и др. заболеваниях). Уменьшение количества лейкоцитов в крови называется *лейкопенией*, наблюдается при некоторых заболеваниях, угнетении функций кроветворных органов, лучевой болезни. Одна их важнейших функций лейкоцитов – защитная, она проявляется в фагоцитозе, продукции антител, разрушении и удалении токсинов (ядов) белкового происхождения.

Принцип счета лейкоцитов тот же, что и при подсчете эритроцитов. Счет производится с помощью сетки Горяева, однако, используется другой смеситель, он отличается от смесителя для эритроцитов меньшим объемом. Он имеет до ампулообразного расширения метки 0,5 и I, после расширения – 11, т.е. кровь разводится в 10 или 20 раз. Такое разведение крови достаточно для подсчета лейкоцитов, так как их в крови значительно меньше, чем эритроцитов.

Для разведения крови применяют жидкость Тюрка, которая имеет следующий состав:

- ледяная уксусная кислота – 1,0-2,0 мл,
- дистиллированная вода – 100 мл;
- 1 % водный раствор генциан-виолета – 1 мл, можно использовать другой краситель – метил-виолет или метиленовую синь.

Кислота разрушает эритроциты, оболочку лейкоцитов, а краситель окрашивает ядра лейкоцитов, делая их более видимыми.

Ход работы:

1. В тигелек наливают жидкость Тюрка для разведения крови.
2. Набирают в смеситель кровь до метки 0,5, а разбавляющей жидкости до метки 11, тщательно перемешивают содержимое смесителя в течение 1 минуты. Удаляют из смесителя одну – две капли, третью каплю разведенной крови помещают на сетку счетной камеры.
3. Подсчет лейкоцитов производят в 25 больших квадратах, что составляет 400 маленьких квадратиков. Лейкоциты удобнее считать при малом увеличении (окуляр 15х, объектив 20х).

Формула для вычисления количества лейкоцитов в 1 мм^3 крови:

$$X = a \cdot 4000 \cdot 20 / 400,$$

где: а – количество лейкоцитов в 400 маленьких квадратиках; $1/4000 \text{ мм}^3$ – объем маленького квадратика; 20 – степень разведения крови; 400 – число маленьких квадратиков.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисовать смеситель для подсчета лейкоцитов.
2. Сравнить полученный результат с нормой.
3. В выводах отметить клиническое значение подсчета лейкоцитов в крови.

Работа № 15. Определение количества гемоглобина в крови человека

Цель работы:

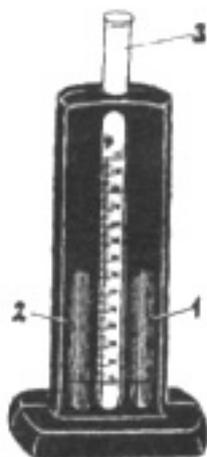
1. Ознакомиться с методикой определения количества гемоглобина в крови.
2. Определить количество гемоглобина в исследуемой крови.

Для работы необходимо: гемометр Сали, 0,1 нормальный раствор соляной кислоты (для его приготовления берут 8,2 мл концентриро-

ванной HCl и разводят дистиллированной водой до 1 л), дистиллированная вода, вата, спирт.

Гемоглобин – дыхательный пигмент крови, находится в эритроцитах, выполняет дыхательную функцию: из легких к тканям переносит кислород, а из тканей к легким – углекислый газ. Гемоглобин состоит из белка глобина и 4-х молекул гема, в состав гема входит двухвалентное железо, чем и обуславливается способность гемоглобина переносить газы. В одном эритроците содержится около 400 молекул гемоглобина. Одна молекула гемоглобина может связать 4 молекулы кислорода, а 1 грамм гемоглобина – 1,34 мл кислорода. Количество гемоглобина в граммах, содержащееся в 1000 мл крови, называется абсолютным содержанием и обозначается в граммах на литр (г/л). В крови здорового человека оно относительно постоянно и колеблется у мужчин от 133 до 156 г/л, у женщин – от 117 до 138 г/л.

Принцип метода определения количества гемоглобина. Так как гемоглобин представляет собой окрашенное вещество, его можно определить методом колориметрии. Это метод количественного определения, основанный на сравнении цветов исследуемого раствора со стандартным, с известной концентрацией вещества. Если исследуемый раствор добавлением воды уравнивать в цвете со стандартом, то концентрация растворенных веществ в обоих растворах будет одинакова. Зная количество вещества в стандартном растворе, легко вычислить его содержание в исследуемом растворе. Определение количества гемоглобина в крови проводится с помощью специального прибора *гемометра Сали*. Он представляет собой темный штатив, задняя стенка которого выполнена из матового стекла (рис. 13).



1,2 – пробирки со стандартным раствором хлорида гематина,
3 – пробирка для определения количества гемоглобина

Рис.13. Гемометр Сали

В штативе находятся 3 пробирки одинакового диаметра. Две крайние пробирки (1 и 2) сверху запаяны, в них находится стандартный раствор хлорида гематина, содержащий 167 г/л гемоглобина и являющийся эталоном для сравнения цвета с исследуемым раствором гематина. Средняя пробирка (3) не запаяна, пуста и проградуирована, она предназначена для определения содержания гемоглобина в крови.

К прибору прилагаются:

- капиллярная пипетка с резиновой трубкой и стеклянным наконечником, емкость пипетки до круговой метки равна 20 мм³ (0,02 мл);
- пипетка для воды;
- стеклянная палочка для перемешивания раствора

Ход работы:

1. В градуированную пробирку наливают 0.1 нормальный раствор соляной кислоты до нижней круговой метки 2 г %.
2. В специальную капиллярную пипетку от гемометра Сали набирают исследуемую кровь точно до метки (20 мм³), после чего конец пипетки вытирают ватой. Пипетку опускают на дно пробирки, осторожно выдувают кровь, чтобы верхний слой соляной кислоты оставался неокрашенным, затем, не вынимая пипетки, промывают ее путем повторного насасывания кислоты из прозрачного верхнего слоя.
3. Тщательно перемешивают кровь с кислотой путем легкого постукивания пальцем по дну пробирки. При этом необходимо следить, чтобы не было сгустков свернувшейся крови, которые могут испортить анализ. После перемешивания кровь гемолизируется, эритроциты разрушаются, выделившийся из гемоглобина гем вступает в соединение с соляной кислотой и превращается в солянокислый гематин, раствор приобретает темно-коричневую (бурую) окраску.
4. Пробирку с исследуемой кровью помещают в прибор на 5–10 минут, так как переход гемоглобина в хлорид гематина происходит медленно.
5. По истечении этого срока раствор гематина разбавляют дистиллированной водой с помощью пипетки (или капельницы) до тех пор, пока цвет не станет одинаковым со стандартами. Во время разведения жидкость в пробирке тщательно перемешивают тонкой стеклянной палочкой круговыми движениями, следя за тем, чтобы стекающая с палочки жидкость не терялась и не оставалась на ней.

6. Сравнение цвета жидкостей в пробирках производят при дневном свете на расстоянии вытянутой руки против окна (при искусственном освещении получаются неправильные результаты). Количество гемоглобина определяют по уровню жидкости в градуированной пробирке (по нижнему мениску) только после полного совпадения цвета исследуемого раствора с цветом стандартов.

Рекомендация к оформлению работы:

1. Записать результаты исследования, сравнить с нормой.
2. Вычислить, какое количество кислорода связывают 100 мл исследуемой крови, т.е. определить кислородную емкость крови.

Ответьте на вопросы:

1. Какова норма содержания гемоглобина в крови?
2. Какие функции выполняет гемоглобин?

Работа № 16. Наблюдение осмотических явлений в эритроцитах

Цель работы: определить, что нормальная жизнедеятельность эритроцитов осуществляется только в изотонических растворах.

Для работы необходимо: предметные стекла, покровные стекла, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, вата, микроскоп, 0,9%, 0,4 % и 3,0 % NaCl, кровь.

В плазме и внутри клеток крови находятся в растворенном виде различные вещества. Изменение их концентрации в плазме или внутри клеток обуславливает переход молекул растворителя (воды) через полупроницаемые мембраны клеток из менее концентрированного раствора в более концентрированный раствор, согласно законам осмоса. Сила, обеспечивающая движение растворителя через мембраны, называется *осмотическим давлением*. У человека и высших млекопитающих животных оно равно в среднем 7,6 атмосфер (5600–5700 мм рт. ст.). Осмотическое давление создается в основном неорганическими электролитами, главным образом – хлоридом натрия. Осмотическое давление крови, лимфы, тканевой жидкости определяет *обмен воды между кровью и клетками тканей и поддерживается в организме на относительно постоянном уровне, что имеет большое значение для нормальной жизнедеятельности клеток.*

Ход работы

1. На предметное стекло сверху (или снизу) наносят карандашом по стеклу метки 0,9 и 0,4 и, соответственно меткам, капают по одной капле 0,9 % и 0,4 % растворов NaCl.
2. На другом предметном стекле делают метки 0,9 и 3 и капают по одной капле 0,9 % и 3 % растворов NaCl.
3. В каждую каплю хлорида натрия помещают по одной капле крови, аккуратно перемешивают разными стеклянными палочками, накрывают покровными стеклами, излишки жидкости, выступающие за пределы покровного стекла удаляют полоской фильтровальной бумаги.
4. Спустя 3–5 минут рассматривают препараты под микроскопом, отмечают, что произошло с эритроцитами в 0,4 % и 3,0 % NaCl.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисовать препараты в тетрадь.
2. Объяснить наблюдаемые явления.
3. Сделать выводы.

Работа № 17. Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ)

Цель работы:

1. Освоить методику определения скорости оседания эритроцитов (СОЭ).
2. Определить СОЭ в исследуемой крови.

Для работы необходимы: прибор Панченкова, часовые стекла, 5 % раствор лимоннокислого натрия (цитрата натрия), вата, спирт, кровь.

Удельный вес эритроцитов (1,096) выше, чем плазмы (1,027), поэтому в пробирке с кровью, лишенной возможности свертываться, они медленно оседают на дно. Верхний слой крови, лишаясь эритроцитов, становится прозрачным. *Высота этого неокрашенного столбика плазмы определяет скорость оседания эритроцитов (СОЭ).* Определение СОЭ имеет в медицинской практике диагностическое значение. У здорового человека СОЭ в норме составляет 3–9 мм в час у мужчин, 7–12 мм/час – у женщин. При некоторых воспалительных процессах, сопровождающихся усиленным распадом тканей, СОЭ увеличивается.

СОЭ определяют с помощью прибора Панченкова (рис. 14). Он представляет собой штатив, в котором в вертикальном положении в резиновые гнезда установлены толстостенные капиллярные пипетки

диаметром 1 мм. Они градуированы в мм от «0» до «100» и имеют метки: «К» (кровь) и «0», которые находятся на уровне 100 мм, и «Р» – реактив – на уровне 50 мм от нижнего конца капилляра. СОЭ определяется при вертикальном положении капилляра, так как в наклонном положении склеивание и оседание эритроцитов увеличиваются.

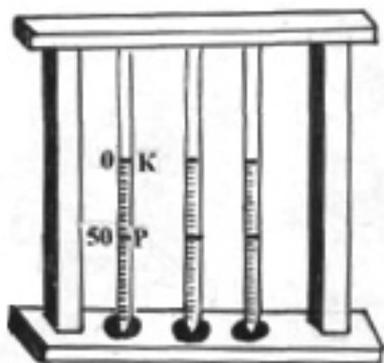


Рис. 14. Прибор Панченкова

Ход работы:

1. В капилляр набирают 5 % раствор цитрата натрия до метки 50 («Р») и выпускают его на часовое стекло.
2. Дважды набирают кровь в капилляр до метки 0 («К») и выпускают ее в раствор цитрата натрия на часовое стекло, тщательно перемешивают кровь с цитратом. Для этого 2 раза набирают ее в капилляр и выпускают обратно на стекло. Отношение количества лимоннокислого натрия к количеству крови составляет 1 : 4.
3. Набирают кровь с цитратом натрия в капилляр без пузырьков воздуха до метки 0 («К») и, закрыв верхний конец капилляра пальцем (чтобы раствор крови не вытек), ставят его в штатив, укрепляя внизу и вверху в резиновые гнезда.
4. Через 1 час отмечают высоту образовавшегося прозрачного верхнего слоя жидкости – плазмы в мм. Эта величина характеризует скорость оседания эритроцитов. СОЭ нельзя вычислять, измеряя в мм столбик плазмы, образующийся за 30 минут, и умножая этот показатель на 2, так как процесс оседания эритроцитов протекает во времени неравномерно.

Рекомендации к оформлению работы

1. Записать результаты исследования, сравнить с нормой.

Работа № 18. Определение группы крови системы АВ0

Цель работы: Освоить методику определения групп крови и определить группу исследуемой крови.

Для работы необходимо: Предметные стекла, стеклянные палочки, карандаши по стеклу, стандартные сыворотки I, II, III групп, вата, 0,9 % NaCl.

Термином «*группа крови*» обозначают *иммунобиологические свойства* крови, по которым кровь всех людей независимо от пола, возраста и расы делят на группы. В основе классификации лежит наличие в крови *антигенов (АГ)* и *антител (АТ)*. АГ – *белки-гликопротеины* (как правило) встроены в наружный слой мембраны эритроцитов и обладают антигенными свойствами. Их около 20 и они объединены в несколько групп, главные антигены- *агглютиногены* обозначаются буквами *A* и *B*. Антитела – *белки-иммуноглобулины*, содержащиеся в плазме крови и обладающие способностью вступать в реакцию с АГ называются *агглютинидами* и обозначаются буквами α и β . Если в крови одновременно встречаются одноименные агглютинины и агглютиногены: *A* и α или *B* и β , происходит агглютинация (склеивание) эритроцитов. По наличию *агглютиногенов в эритроцитах и агглютининов в плазме* различают 4 группы крови системы АВ0. При переливании небольшого количества крови учитывают у *донора наличие агглютиногенов в эритроцитах*, а у *реципиента* (человек, которому переливают кровь) – *наличие агглютининов в плазме*.

Ход работы:

1. На предметном стекле карандашом по стеклу делают метки I, II, III, соответственно меткам капают на стекло по одной капле стандартных сывороток I, II, III групп.
2. В каждую каплю сыворотки вносят по 1 капле исследуемой крови разными стеклянными палочками и тщательно перемешивают ее с сыворотками, пока смесь не будет иметь равномерную розовую окраску.
3. Под стекло кладут белую бумагу и, покачивая стекло, наблюдают в течение 1–2 минут за каплями смеси. Если капля смеси остается гомогенной, равномерно окрашенной, значит, агглютинации эритроцитов не произошло. Если в смеси появляются красные мелкие комочки, разделенные прозрачной плазмой, значит, произошла агглютинация эритроцитов.
4. Группа крови устанавливается в зависимости от того, в каких каплях сыворотки произошла агглютинация эритроцитов (табл. 3):

Таблица 3

**Результаты совместимости эритроцитов и плазмы крови людей
с различными группами крови**

Агглютинины плазмы крови	Агглютиногены эритроцитов			
	I группа (0)	II группа(A)	III группа(B)	IV группа(AB)
I группа – α,β	-	+	+	+
II группа – β	-	-	+	+
III, группа – α	-	+	-	+
IV группа – 0	-	-	-	-

Примечание: « + » – агглютинация эритроцитов, « - » – отсутствие агглютинации эритроцитов.

- отсутствие агглютинации во всех трех каплях говорит об отсутствии одноименных агглютиногенов в эритроцитах исследуемой крови, следовательно, кровь принадлежит I (0) группе;
- если агглютинация произошла в сыворотках I и III групп, следовательно, эритроциты исследуемой крови содержат агглютиноген A и кровь принадлежит II (A) группе;
- если агглютинация произошла в сыворотках I и II групп, следовательно, эритроциты содержат агглютиноген B и кровь принадлежит III(B) группе;
- наличие агглютинации во всех трех каплях сыворотки говорит о присутствии в эритроцитах этой крови агглютиногенов как A, так и B, следовательно, кровь принадлежит IV (A, B) группе.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисовать предметное стекло с нанесенными на нем сыворотками крови I, II, III групп, обозначить, где произошла агглютинация.
2. Объяснить, к какой группе относится исследуемая кровь.

Работа № 19. Определение резус-фактора в крови человека

Цель работы:

1. Освоить методику определения резус-фактора в крови.
2. Определить наличие или отсутствие резус-фактора в исследуемой крови.

Для работы необходимо: маленькие (центрифужные) пробирки, антирезусная универсальная сыворотка, физиологический раствор (0,9% NaCl), стеклянные палочки, вата, спирт, штатив для пробирок.

Резус-фактор (Rh) – агглютиноген, не входящий в систему ABO, обнаруженный впервые у обезьян макака-резус, а затем у 85% людей,

независимо от того, к какой группе принадлежит их кровь. Таких людей называют *резус-положительными* (Rh^+), у 15% людей этот фактор отсутствует, их называют *резус-отрицательными* (Rh^-). Особенность Rh-фактора – отсутствие в плазме соответствующих ему готовых агглютининов. Но после переливания резус-отрицательному человеку резус-положительной крови у него образуются специфические антирезус-агглютинины. При повторном переливании резус-положительной крови этому реципиенту может произойти *агглютинация введенных эритроцитов и развивается тяжелый гемотрансфузионный шок*. Поэтому *резус-отрицательным реципиентам можно переливать только резус-отрицательную кровь соответствующей группы*.

Ход работы:

1. В маленькую пробирку вносят 2 капли антирезусной универсальной сыворотки, стеклянной палочкой добавляют к ней каплю крови, и тщательно перемешивают. Оставляют пробирку в штативе на 3–5 минут.
2. К содержимому пробирки приливают 3 мл физиологического раствора и, зажав пробирку между большим и средним пальцами руки, перемешивают содержимое.
3. Рассматривая пробирку на свету, устанавливают наличие или отсутствие агглютинации эритроцитов. В случае положительной реакции в растворе появляются мелкие хлопья. При отрицательной реакции содержимое пробирки гомогенно. В сомнительных случаях каплю раствора помещают на предметное стекло и рассматривают под микроскопом состояние эритроцитов, при малом увеличении при наличии агглютинации они расположены группами, при отсутствии ее равномерно распределены в плазме.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Записать полученный результат.
2. Объяснить, резус-положительная или резус-отрицательная исследуемая кровь?

Вопросы к теме «Кровь»

1. Кровь, лимфа и тканевая жидкость – внутренняя среда организма. Гомеостаз, его значение для организма.
2. Количество и состав крови. Понятие о гематокрите. Функции крови, их краткая характеристика.
3. Состав плазмы крови. Роль белков плазмы крови.

4. Физико-химические свойства плазмы крови: вязкость крови, осмотическое давление крови, понятие об изотонических, гипотонических и гипертонических растворах. Механизм поддержания постоянства осмотического давления крови; онкотическое (коллоидно-осмотическое) давление крови, его значение в поддержании водного баланса между кровью и тканями; активная реакция крови (рН), ее значение, роль буферных систем в поддержании постоянства рН; гемостаз и гемокоагуляция (свертывание) крови, роль тромбоцитарных и плазменных факторов в свертывании крови, этапы и время свертывания крови. Антикоагулянты, их значение.
5. Эритроциты, их количество, строение, функции, образование эритроцитов (эритропоэз), их разрушение. Гемоглобин, его значение, виды соединений гемоглобина.
6. Гемолиз, его виды. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ).
7. Лейкоциты, их количество, физиологический и патологический лейкоцитоз, лейкоцитарная формула, функции различных видов лейкоцитов, образование и разрушение лейкоцитов.
8. Тромбоциты, их количество, свойства, функции.
9. Иммунные свойства крови: понятие об иммунитете, антигенах, антителах, роль иммунитета в сохранении биологической индивидуальности. Учение И. И. Мечникова о фагоцитозе. Понятие о неспецифическом и специфическом, клеточном и гуморальном иммунитете, роль Т- и В-лимфоцитов в их осуществлении. Виды иммунитета.
10. Группы крови человека. Антигены системы АВО. Резус-фактор. Переливание крови.
11. Роль селезенки в системе крови.

Профильные вопросы по возрастной анатомии и физиологии

12. Особенности образования клеток крови у плода.
13. Особенности количества и состава крови у детей разного возраста.
14. Особенности строения и количества эритроцитов и гемоглобина у детей разного возраста. СОЭ у детей.
15. Особенности строения и количества лейкоцитов у детей разного возраста. Особенности фагоцитарной активности лейкоцитов у детей.
16. Формирование иммунной системы у детей.

IV. Кровообращение

Работа № 20. Графическая регистрация сокращений сердца лягушки

Цель работы: провести наблюдение фаз сердечной деятельности лягушки и овладеть методикой графической регистрации работы сердца.

Для работы необходимо: восковая пластинка для фиксации лягушки, набор для препарирования, марлевые салфетки, пишущий рычажок, серфин, штатив с лапками, миограф с серфином и одноканальным самописцем, нитки, раствор Рингера, вата, эфир, объект исследования – лягушка.

Сердце лягушки состоит из трех отделов: венозного синуса, двух предсердий и одного желудочка. Венозный синус примыкает к правому предсердию, в него впадают две верхние и одна нижняя полые вены (рис. 15).

Цикл сердечной деятельности лягушки протекает в строго определенной последовательности и складывается из следующих фаз:

- 1 – систола венозного синуса, 2 – систола предсердий,
- 3 – систола желудочка, 4 – общая пауза.

После систолы каждого отдела наступает его диастола.

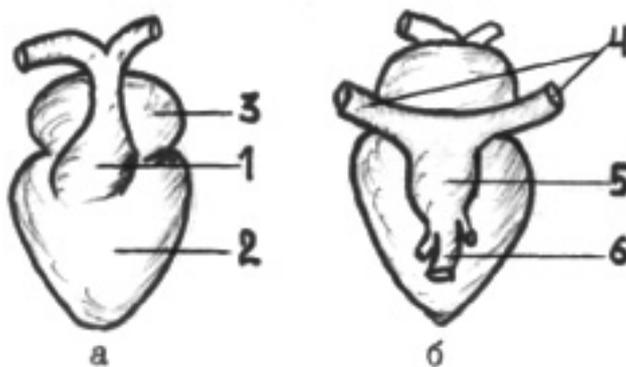


Рис.15. Строение сердца лягушки: а – вентральная, б – дорсальная поверхности
1 – луковица аорты, 2 – желудочек, 3 – предсердия, 4 – верхние полые вены,
5 – венозный синус, 6 – нижняя полая вены

Ход работы:

1. Лягушку обездвиживают. Для этого ее вначале наркотизируют, затем удаляют верхнюю челюсть вместе с головным мозгом и разрушают спинной мозг. О разрушении спинного мозга свидетельствует отсутствие тонуса задних конечностей. Прикалывают ее к восковой пластинке брюшком вверх.

2. Приподнимают хирургическим пинцетом кожу чуть ниже конца грудины и делают поперечный разрез кожи. Вводят один конец ножниц в разрез, продолжают его к периферическим концам правой и левой ключиц. Полученный треугольный лоскут кожи отрезают. После этого ножницы обязательно вытирают, так как попавший на них секрет кожных желез может вызвать угнетение работы сердца при соприкосновении с ним.
3. Приподнимая пинцетом, мечевидный отросток грудины и осторожно, стараясь не задеть сердце, делают мышечный разрез по тем же линиям. Дойдя до ключиц, перерезают их с обеих сторон и удаляют грудину вместе с мышцами. Расширяют рану – растянув лапки.
4. Осторожно снимают окологрудную сумку (перикард). Для удобства работы с сердцем следует взять на лигатуру (нитку) его уздечку (связку, расположенную между желудочком и полой веной). Для этого закрытые концы глазного пинцета подводят под желудочек сердца ближе к его основанию и приподнимают сердце, на пинцете видна тончайшая уздечка. Проводят с помощью пинцета под уздечкой лигатуру, туго перевязывают ее как можно ближе к сердцу и перерезают уздечку ниже перевязки, подальше от сердца. После этого сердце легко можно приподнять за лигатуру и увидеть его заднюю (дорсальную) поверхность.
5. Рассматривают строение сердца с вентральной поверхности, затем, приподняв его за лигатуру, запрокидывают и рассматривают его отделы с дорсальной поверхности (рис. 15, 16). Обращают внимание на последовательность сокращений этих отделов.



Рис. 16. Подготовка сердца к графической регистрации его сокращений, а, б, в – последовательные этапы операции.

6. Постоянно смачивают сердце раствором Рингера, чтобы оно не подсыхало.

7. Подготавливают установку для графической регистрации работы сердца: включают в сеть самописец, соединенный с миографом. Приподнимают сердце за лигатуру и захватывают его верхушку серфином (маленький зажим из тонкой стальной проволоки), соединенным с датчиком миографа. Производят запись сокращений сердца, подсчитывают частоту сердечных сокращений (ЧСС) за минуту.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Зарисовать в отчете полученную кардиограмму.
2. На кардиограмме отметьте фазы сердечных сокращений и подсчитайте продолжительность сердечного цикла.

Ответьте на вопросы:

1. Что такое сердечный цикл, его фазы?
2. Какова средняя продолжительность основных фаз сердечного цикла человека?
3. Как изменится длительность основных фаз сердечного цикла при ЧСС 40 ударов в минуту?

**Работа № 21. Анализ проводящей системы сердца
(опыт Станниуса)**

Цель работы: изучить степень автоматии различных отделов сердца.

Для работы необходимо: восковая пластинка для фиксации лягушки, набор для препарирования, нитки, секундомер, раствор Рингера, эфир, объект исследования – лягушка.

Сердечная мышца обладает способностью ритмически сокращаться без внешних воздействий под влиянием импульсов, возникающих в ней самой. Это свойство называется автоматией. Сердце лягушки, даже удаленное из организма и помещенное в физиологический раствор, сохраняет способность сокращаться в течение длительного времени. Автоматия сердца обуславливается ритмическими возбуждениями, возникающими в специфической (атипической) мышечной ткани сердца, которая называется *проводящей системой сердца*. Она представлена нервными узлами: 1-й – ведущий *сино-атриальный узел* расположен у лягушки в венозном синусе у места впадения полых вен и называется узлом Ремака. Он обладает наибольшей степенью автоматии и является **водителем ритма первого порядка** (рис. 17а); 2-й – *атриовентрикулярный узел* (узел Биддера у лягушки) расположен

на границе между предсердиями и желудочком (рис. 17 б), он обладает собственным более медленным ритмом автоматии и является **водителем ритма второго порядка**. В обычных условиях его деятельность подавлена более частыми импульсами, поступающими от узла Ремака. В случае поражения узла Ремака водителем ритма становится узел Биддера, но частота сердечных сокращений становится почти вдвое реже. От узла Биддера возбуждение к желудочку проводится по **волокам Пуркинье**. В верхушке сердца нет атипических клеток, поэтому она автоматией не обладает.

Роль каждого узла проводящей системы в автоматии выяснена Станниусом путем наложения лигатур, отделяющих отделы сердца.



Рис. 17. Схема расположения проводящей системы сердца лягушки, вид сбоку, а – узел Ремака, б – узел Биддера.

Ход работы:

1. Обездвиживают лягушку, располагают ее на восковой пластинке (как в предыдущей работе), обнажают сердце, берут уздечку на лигатуру.
2. Накладывают 1-ю лигатуру Станниуса. Для этого под дугами аорты проводят лигатуру (рис.18), затем, приподняв сердце за уздечку, запрокидывают его и на дорсальной поверхности находят границу между венозным синусом и предсердиями (опознавательным пунктом служит беловатая линия, отделяющая синус от предсердий). Оба конца нитки выводят на дорсальную поверхность сердца и делают петлю над границей синуса, не затягивая ее. Подсчитывают ЧСС за минуту.
3. Туго затягивают петлю точно по границе между венозным синусом и предсердиями (рис. 18 б), создавая этим блок проведения возбуждения от узла Ремака к сердцу. Отмечают прекращение

сокращений предсердий и желудочка, венозный синус продолжает сокращаться. Подсчитывают число его сокращений и сравнивают с исходной частотой.

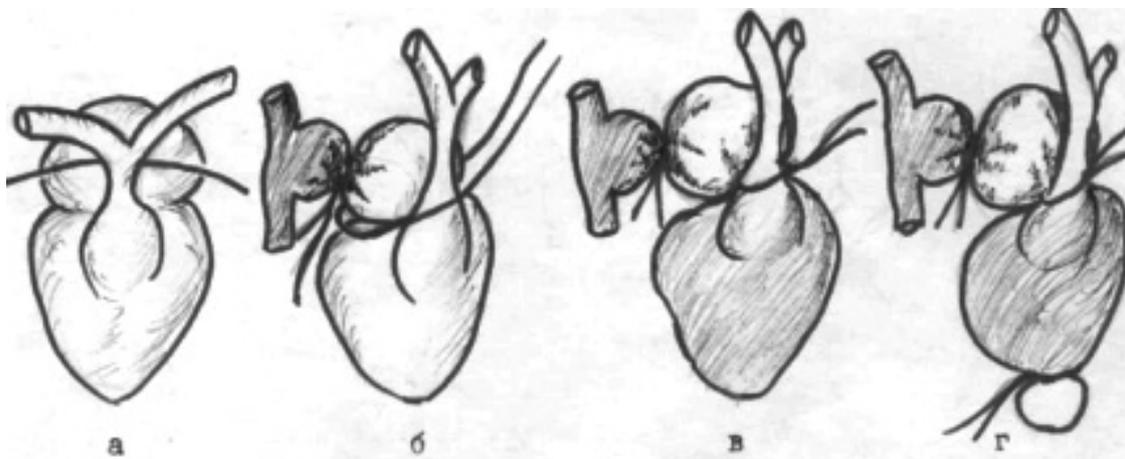


Рис.18. Схема наложения лигатур (по Станниусу)

а – подведение лигатуры для перевязки венозного синуса; *б* – венозный синус отделен от предсердий 1-й лигатурой и подведена 2-я лигатура, *в* – предсердия отделены от желудочка, *г* – наложена 3-я лигатура на верхушку сердца.

4. Если после наложения 1-й лигатуры, сокращения сердца не восстанавливаются самостоятельно, накладывают 2-ю лигатуру, не снимая 1-й. Вторую лигатуру подводят под дорсальную поверхность сердца в области атриовентрикулярной границы, концы ее выводят на вентральную поверхность, делают петлю и затягивают ее на границе предсердий и желудочка (рис. 18 в). Эта лигатура будет механически раздражать узел Биддера, ускоряя проявление его автоматической деятельности. Отмечают, какие отделы сердца сокращаются: оба отдела одновременно, или отдельно предсердия и отдельно желудочек, в зависимости от того, как пройдет 2-я лигатура (выше или ниже атриовентрикулярной борозды), подсчитывают ЧСС, сравнивают с исходной частотой.
5. Накладывают 3-ю лигатуру на нижнюю треть желудочка (рис. 18 г), отмечают, что сокращения отделенной верхушечной части отсутствуют. Проверяют, сокращается ли эта часть сердца при нанесении механического раздражения.

Рекомендации к оформлению работы

1. Нарисуйте схему проводящей системы сердца и схему наложения лигатур на сердце лягушки.

2. Занесите в таблицу 4 результаты подсчета числа сокращений различных отделов сердца до и после наложения лигатур.

Таблица 4

Изменение частоты сокращений отделов сердца после наложения лигатур

п/п	Условия эксперимента	ЧСС венозного синуса, уд/мин	ЧСС предсердий, уд/мин	ЧСС желудочка, уд/мин
1	Фон (исходный результат)			
2	После наложения 1-й лигатуры			
3	После наложения 2-й лигатуры			
4	После наложения 3-й лигатуры			

Ответьте на вопросы:

1. Что происходит с деятельностью различных отделов сердца после наложения каждой лигатуры, о чем это свидетельствует?
2. На что указывает сокращение верхушки сердца при действии механического раздражения?
3. Как распределяется степень автоматии в разных отделах сердца?

Работа № 22. Электрокардиография

Цель работы: ознакомиться с методикой регистрации электрокардиограммы (ЭКГ) у человека, записать ее в стандартных отведениях и провести анализ электрокардиограммы.

Для работы необходимо: электрокардиограф, электроды, физиологический раствор (0,9 % NaCl), вата, марлевые салфетки, спирт.

Деятельность сердца сопровождается электрическими явлениями. Все возбудимые ткани в состоянии покоя имеют на наружной поверхности мембраны положительный «+» заряд, на внутренней – отрицательный «-». При возбуждении ткани происходит смена зарядов на мембране – возбужденный участок снаружи заряжается «-», а изнутри – «+». Во время работы сердца между возбужденным и не возбужденным участками возникает разность потенциалов, т.е. сердце является мощным электрогенератором. Ткани тела обладают сравнительно высокой электропроводностью, что позволяет регистрировать электрические потенциалы сердца с поверхности тела, не причиняя человеку никаких неприятностей. Такая методика исследования электрической активности сердца называется **электрокардиографией**, а регистрируемые кривые называются **электрокардиограммами (ЭКГ)**.

Для регистрации ЭКГ производят 3 стандартных отведения потенциалов от конечностей (рис. 19):

I отведение – правая рука – левая рука,

II отведение – правая рука – левая нога,

III отведение – левая рука – левая нога

и 6 грудных отведений от поверхности грудной клетки.

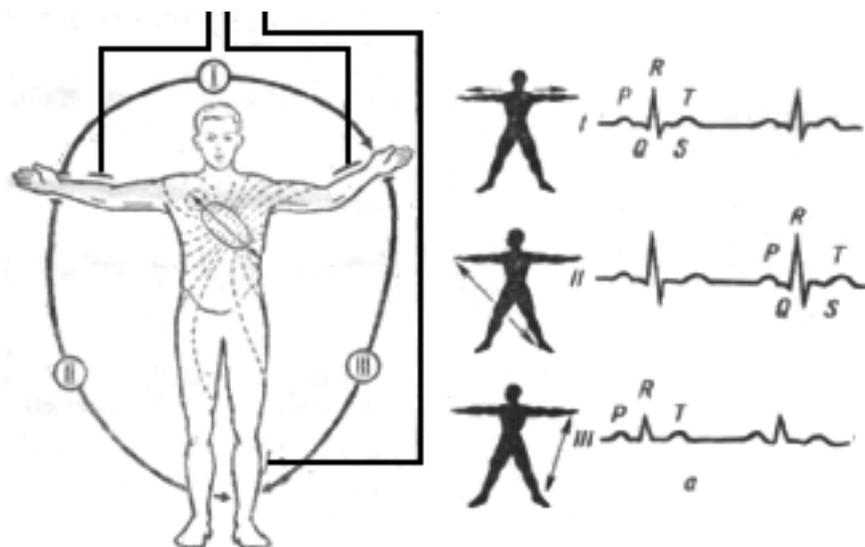


Рис. 19. Распределение электрических потенциалов на поверхности тела и стандартные отведения ЭКГ от конечностей. Концы стрелок указывают на участки тела, к которым прикладывают электроды

Электрокардиограмма (рис. 20) представляет собой характерную кривую с 5-ю зубцами P, Q, R, S, T.

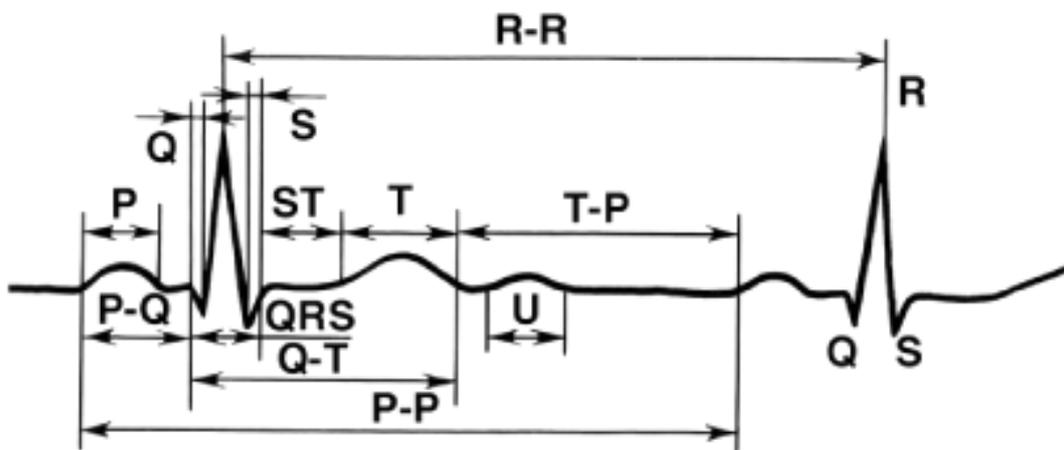


Рис. 20. Схема нормальной электрокардиограммы человека во II отведении

На рисунке 20: P – зубец, отражающий ход распространения возбуждения по предсердиям; интервал P-Q – время от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков; интервал Q-T – время электрической систолы желудочков, включающей распространение возбуждения по желудочкам сердца – комплекс QRS, сегмент RST и зубец T; волна U, которая в норме наблюдается не всегда; R-R (P-P) – межцикловой интервал; T-P – диастолический интервал

Три зубца – P, R, T направлены вверх (электроположительны), два зубца – Q и S – вниз (электроотрицательны). Вследствие асимметричного положения тела в грудной клетке и своеобразной формы тела человека электрические силовые линии, возникающие между возбужденными и невозбужденными участками, распределяются по поверхности тела неравномерно, поэтому форма ЭКГ и вольтаж ее зубцов в зависимости от места приложения электродов будут различны. Зубцы представляют собой алгебраическую сумму потенциалов действия, возникающих при возбуждении отделов сердца. Наибольшая величина зубцов при нормальном положении электрической оси сердца отмечается во II отведении, наименьшая – в III отведении.

Зубец P отражает процесс охватывания возбуждением *предсердий*. В норме зубцы P в стандартных отведениях электроположительные, имеют амплитуду от **0,05 до 0,25 мВ**. Отрицательный, «расщепленный, сглаженный» зубец P наблюдается при патологии.

Комплекс зубцов QRST отражает электрические изменения, обусловленные возбуждением *желудочков*.

Зубец Q электроотрицательный, имеет малую величину, **0–0,3 мВ**, может быть не выражен.

Зубец R электроположительный, имеет вольтаж от **0,6 до 2,0 мВ**. Если вольтаж не превышает 0,5 мВ, это свидетельствует о патологии (дистрофия, коронарный склероз, инфаркт). Иногда это наблюдается и у здорового человека, если верхушка сердца повернута назад. Превышение вольтажа зубца больше 3 мВ в I и III отведениях свидетельствует о гипертрофии желудочков. Расщепление зубца в I и II отведениях – патологический признак.

Зубец S электроотрицательный, имеет вольтаж **0–0,6 мВ**, может отсутствовать. Расщепление или зазубренность в I и II отведениях – признак патологии.

Зубец T электроположительный, отражает процессы *реполяризации*, т.е. восстановление мембранного потенциала клеток миокарда. Эти процессы возникают в кардиомиоцитах различных участках

желудочков не строго синхронно, поэтому возникает разность потенциалов между участками, миокард которых еще деполяризован (т.е. обладает « - » зарядом), и участками, уже восстановившими свой « + » заряд. Указанная разность потенциалов регистрируется в виде зубца Т, этот зубец – самая изменчивая часть ЭКГ. Его величина в отведениях от конечностей колеблется от **0,3 до 0,6 мВ**.

Длительность интервалов отражает **время проведения возбуждения** по сердцу.

Интервал P-Q характеризует время проведения возбуждения по предсердиям, оно равно 0,12 – 0,20 сек. На нижней границе оно находится у детей и при выполнении физических нагрузок во всех возрастных группах, на верхней границе – у пожилых людей. Увеличение PQ свыше 0,2 сек. свидетельствует о нарушении атриовентрикулярной проводимости.

У спортсменов, занимающихся видами спорта, требующими развития выносливости, длительность PQ может превышать 0,3 сек. (при ЧСС – 30–40 уд. /мин.).

Интервал Q-R-S-T (Q-T) отражает время электрической систолы желудочков, включающей распространение возбуждения по желудочкам сердца, его длительность – от 0,24 до 0,55 сек. В нормальных физиологических условиях длительность Q-T зависит от пола, возраста, ЧСС и других факторов. Увеличение длительности интервала Q-R-S свидетельствует о замедлении проведения возбуждения по проводящей системе сердца.

Косвенной характеристикой сократительной способности сердца является **систолический показатель** (СП), это процентное отношение электрической систолы желудочков к длительности сердечного цикла. В норме он равен 35–45 %. При физических нагрузках увеличение систолического показателя происходит при снижении сократительной способности сердца, уменьшение – при хорошей его работе.

Интервал T-P – диастолический интервал, соответствует периоду покоя сердца, т.е. общей паузе, равен 0,26–0,39 сек.

Интервал R-R (или **P-P**) отражает длительность сердечного цикла, равен 0,8–0,87 сек.

Электрокардиография является точным и чувствительным методом исследования состояния сердца. Малейшие нарушения его нормальной деятельности немедленно отражаются на ЭКГ.

Ход работы:

Проверяют заземление электрокардиографа, включают его в сеть и прогревают не менее 5 мин.

Подготавливают испытуемого к записи ЭКГ:

- укладывают на кушетку, освобождают от одежды обе руки и ноги и тщательно обрабатывают кожу в местах наложения электродов спиртом для обезжиривания;
- смачивают бинт физиологическим раствором (для лучшего контакта между кожей и электродами), слегка отжимают и, подложив его под электроды, плотно, но не передавливая сосуды, закрепляют их резиновыми бинтами на медиальной поверхности обеих запястий и голеней, чуть выше лодыжки (неплотное прилегание электродов к коже может вызвать помехи – наводки).

Во время регистрации ЭКГ испытуемый лежит на спине, вытянув руки вдоль туловища, не разговаривая и не шевелясь.

Подключают к электродам разноцветные штекеры «проводов пациента» в следующем порядке:

красный – правая рука, желтый – левая рука,
зеленый – левая нога, черный – правая нога (заземление);

Подбирают с помощью регулятора усиления амплитуду калибровочного сигнала, отклонение писчика должно быть равно 10 мм, что соответствует 1 мВ.

Устанавливают переключатель отведений в положение «I», включают лентопротяжный механизм со скоростью 50 мм/сек (или 25 мм/сек) и записывают ЭКГ в I отведении, затем переключают поочередно в положение «II» и «III» и записывают ЭКГ во II и III отведениях. Для анализа ЭКГ необходимо записать не менее 4–5-ти R-R интервалов ЭКГ.

Выключают прибор, ручки управления устанавливают в исходное положение, с испытуемого снимают электроды и протирают их сухой марлевой салфеткой.

Рекомендации к оформлению отчета:

1. ЭКГ всех 3-х отведений вклеить в тетрадь.
2. На ЭКГ II-го отведения разметить соответствующими буквами зубцы и интервалы
3. Провести анализ ЭКГ по следующей схеме:

3.1. Определение характера ритма

Определяют длительность нескольких интервалов R-R в мм. Если разница между отдельными интервалами R-R не превышает 10%

от средней продолжительности R-R интервалов, ритм сердца считается регулярным или правильным. Если разница больше этой величины, но интервалы PQ и QRS не удлинены, это свидетельствует о нормальном явлении – дыхательной аритмии. В этом случае отмечают самый короткий и длинный интервалы R-R.

3.2. Определение длительности сердечного цикла

Среднюю продолжительность интервала R-R в мм умножают на 0,02 сек при скорости вращения ленты 50 мм/сек или на 0,04 сек при скорости – 25 мм/сек (при скорости вращения 50 мм/сек – 1 мм записи соответствует 0,02 сек.) и подсчитывают длительность сердечного цикла в сек.

3.3. Подсчет числа сердечных сокращений

При правильном ритме ЧСС определяется по формуле:

$$\text{ЧСС} = 60/\text{R-R},$$

где 60 – число секунд в минуте, R-R- длительность сердечного цикла в сек.

3.4. Определение амплитуды зубцов

Измеряют высоту зубцов в мм вверх и вниз от изолинии и переводят эти величины в мВ, зная, что 1 мВ = 10 мм.

3.5. Определение длительности интервалов

Длительность интервалов P-Q (от начала зубца P до начала зубца Q), Q-R-S (от начала зубца Q до конца зубца S), Q-R-S-T (от начала зубца Q до конца зубца T), T-P (от конца зубца T до начала следующего зубца P) в мм умножают на 0,02 сек или 0,04 сек в зависимости от скорости вращения ленты электрокардиографа.

3.6. Определение должной величины интервала Q-T

Должную величину интервала Q-T рассчитывают по формуле Базетта:

$$\text{Q-T} = \text{K} \times \sqrt{\text{R-R}},$$

(где K константа, равная для мужчин 0,37, для женщин – 0,4, для детей – 0,39. R-R – длительность одного сердечного цикла) или берут из таблицы 5.

Отклонение фактической Q-T от должной Q-T больше, чем на 10% свидетельствует о нарушении сократительной функции сердца.

3.7. Определение систолического показателя

Рассчитывают систолический показатель по формуле:

$$\text{СП} = \text{Q-R-S-T} / \text{R-R} \times 100\%$$

Сравнивают полученный результат с нормальными значениями СП (табл. 4). Отклонение полученной величины СП от должной величины в пределах 5 % считается не существенным.

4. Полученные данные заносят в таблицу 6, сравнивают с нормой, делают выводы.

Таблица 5

Нормальные значения электрической систолы желудочков

ЧСС в мин.	Время сердечного цикла, сек	Нормальная длительность интервала Q-T, сек		Систолический показатель	
		у мужчин	у женщин	у мужчин	у женщин
40	1,50	0,45	0,48	30	32
45	1,32	0,425	0,46	31	34
50	1,20	0,40	0,44	33	36
55	1,09	0,385	0,42	35	37
60	1,00	0,37	0,40	37	40
65	0,92	0,355	0,385	38	41
66	0,91	0,352	0,382		
67	0,90	0,349	0,379		
68	0,88	0,346	0,376		
69	0,87	0,346	0,376		
70	0,86	0,34	0,37	40	43
71	0,84	0,338	0,368		
72	0,83	0,336	0,366		
73	0,82	0,334	0,364		
74	0,81	0,332	0,362		
75	0,80	0,33	0,36	41	43
76	0,79	0,328	0,353		
77	0,78	0,326	0,356		
78	0,77	0,324	0,354		
79	0,76	0,322	0,352		
80	0,75	0,32	0,35	42	46
85	0,70	0,31	0,335	44	47
86	0,69	0,308	0,329		
88	0,88	0,304	0,326		
90	0,66	0,30	0,32	45	48
92	0,65	0,296	0,318		
95	0,63	0,29	0,315		
100	0,60	0,280	0,310	46	51

Таблица 6

Результаты анализа электрокардиограммы

Интервалы ЭКГ	Длительности в сек		Зубцы ЭКГ	Вольтаж в мВ	
	норма	у испытуемого		норма	у испытуемого
R-R	0,8 – 0,86		P	0,05-0,25	
PQ	0,12 – 0,20		Q	0 – 0,3	
Q-R-S	0,06 – 0,10		R	0,6- 2,0	
Q-T	0,24 – 0,55		S	0 – 0,6	
T-P	0,26 – 0,39		T	0,3 – 0,6	

Ответьте на вопросы:

1. Какие свойства сердечной мышцы отражает ЭКГ?
2. Каков механизм генеза отдельных зубцов и интервалов ЭКГ?

Работа № 23. Влияние раздражения смешанного вагосимпатического нерва на деятельность сердца лягушки

Цель работы: наблюдать влияние раздражения периферического ваго-симпатического нерва на сердце лягушки.

Для работы необходимо: восковая пластинка для фиксации лягушки, набор для препарирования, установка для раздражения индукционным током, миограф с серфином и одноканальным самописцем, штатив с лапками, раствор Рингера, эфир, объект исследования – лягушка.

Сердце сокращается автоматически, нервная система оказывает на него регулирующее влияние, изменяя, приспособлявая его деятельность соответственно условиям внешней или внутренней среды.

Импульсы, регулирующие деятельность сердца, поступают к нему по симпатическим и парасимпатическим нервам. При раздражении парасимпатических нервов происходит угнетение деятельности сердца (уменьшение частоты и силы сокращения, снижение возбудимости и проводимости). При раздражении симпатических нервов деятельность сердца изменяется в противоположном направлении. Сердечные нервы у лягушки проходят в одном пучке и для исследования их влияния на сердце приходится раздражать оба нерва одновременно.

В связи с тем, что блуждающий нерв обладает более коротким латентным периодом, при раздражении вагосимпатического ствола вначале проявляется эффект блуждающего нерва, а затем – симпатического нерва.

Ход работы:

1. Обездвиживают лягушку, вскрывают грудную полость, обнажают сердце.
2. Отпрепаровывают вагосимпатический нерв. Для этого удаляют кожу с нижней челюсти и мышцы у ее угла, чтобы были видны два идущих рядом, расположенных вдоль длинной оси тела лягушки нерва: верхний – языкоглоточный, образующий сверху петлю, и нижний – подъязычный, пересекающий поперек сосудисто-нервный пучок (рис. 21).

Раздвигая ткани между этими нервами, находят сосудисто-нервный пучок, в состав которого входят гортанный нерв, сонная артерия, яремная вена (особенно хорошо видна, темно-красного цвета) и расположенный между этими сосудами вагосимпатический нерв (стволик сероватого цвета). Сосудисто-нервный пучок берут на лигатуру как можно дальше от сердца (отпрепаровывать

отдельно ствол вагосимпатического нерва не следует, так как он быстро подсыхает), затягивают ее и перерезают таким образом, чтобы его периферический конец остался на лигатуре. Подъязычный и языкоглоточный нервы перерезают, чтобы исключить возможное сокращение мышц диафрагмы рта.

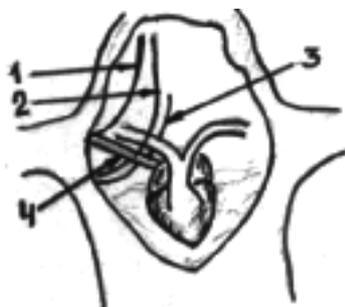


Рис. 21. Схема хода волокон ваго-симпатического нерва
1 – языкоглоточный нерв; 2 – подъязычный нерв; 3 – гортанный нерв;
4 – вагосимпатический ствол (сосудисто-нервный пучок)

3. Записывают фоновую кардиограмму.
4. Приподняв пучок за лигатуру, подводят под него электроды и, раздражая током средней силы в течение 5–10 сек., продолжают запись сердечных сокращений. Наблюдают уменьшение силы и частоты сердечных сокращений.
5. Увеличивают силу тока и наблюдают полную остановку сердца, не прекращая записи кардиограммы во время раздражения и после его прекращения до тех пор, пока не восстановится сердечная деятельность. Затем наблюдают некоторое кратковременное увеличение сердечной деятельности.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Вырезать и вклеить в тетрадь полученные кардиограммы (или зарисовать их).
2. Отметить на кардиограмме участки, связанные с раздражением волокон блуждающего и симпатического нервов.

Ответьте на вопросы:

1. Как влияет на деятельность сердца раздражение симпатических и блуждающих нервов?
2. Почему в начале раздражения превалирует влияние блуждающего нерва?

Работа № 24. Экзогенные рефлексy на сердце

Цель работы: наблюдать изменения деятельности сердца при раздражении различных рефлексогенных зон.

Для работы необходимо: набор для препарирования, восковая пластинка, секундомер, салфетки, сосуды для горячей и холодной воды (снега), объекты исследования – лягушка, человек.

ОПЫТ ГОЛЬТЦА

Рефлекторное замедление деятельности сердца или даже его остановку можно вызвать механическим раздражением рецепторов и чувствительных волокон блуждающих нервов, расположенных в брюшной полости. Этот рефлекс на сердце имеет практический интерес, так как иногда от удара в живот внезапно наступает смерть вследствие остановки сердца. Рефлекторная дуга его начинается с рецепторов кишечника (рис.22). Афферентные волокна проходят в составе чревного нерва, а затем входят по задним корешкам в спинной мозг и поднимаются в продолговатый мозг, к ядрам блуждающего нерва, от ядер возбуждение по эфферентным волокнам блуждающего нерва проводится к сердцу. Рефлекс исчезает после перерезки блуждающего нерва или разрушения спинного мозга.

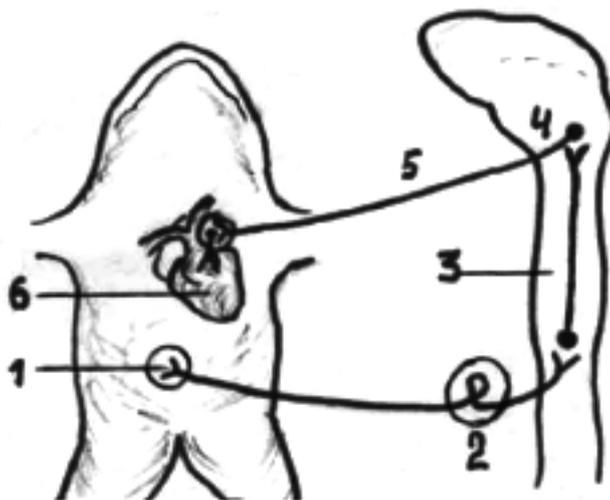


Рис.22. Схема рефлекторной дуги рефлекса Гольтца.

1 – рецепторы, 2 – чувствительный нерв, 3 – спинной мозг,
4 – продолговатый мозг, 5 – блуждающий нерв, 6 – сердце

1. У наркотизированной лягушки удаляют часть головного мозга путем отсечения головы позади глаз, обнажают сердце, делая небольшое окошко в грудной стенке.
2. Подсчитывают количество сердечных сокращений, затем ручкой пинцета в быстром темпе наносят несколько ударов по животу

и снова подсчитывают ЧСС, при этом сердце будет сокращаться реже или остановится. Опыт следует повторить несколько раз.

3. После того, как сокращения сердца восстановятся, разрушают спинной мозг и снова повторяют опыт, остановки сердца не происходит.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Отметить в тетради ЧСС до и после раздражения рецепторов кишечника.
2. Нарисовать в тетради схему рефлекторной дуги наблюдаемого рефлекса.

Ответьте на вопросы:

1. Каков механизм возникновения рефлекса?
2. Какова практическая значимость этого рефлекса?
3. Почему не происходит остановки сердца после разрушения спинного мозга?

ОПЫТ ДАНИНИ-АШНЕРА

Цель работы: оценить возбудимость парасимпатических центров регуляции деятельности сердца.

У человека при надавливании на глазные яблоки ЧСС обычно замедляется. Это явление объясняется рефлекторным возбуждением ядер блуждающего нерва. Рефлекторная дуга этого рефлекса состоит из афферентных волокон глазодвигательного нерва, нейронов продолговатого мозга и блуждающих нервов, которые при возбуждении оказывают тормозящее действие на сердце.

Ход работы:

1. Работа проводится вдвоем. Экспериментатор определяет у испытуемого на лучевой артерии частоту пульса за 15 сек.(фон₁).
2. Испытуемый через стерильные салфетки большими пальцами рук слегка надавливает на глазные яблоки (через закрытые веки) в течение 15 сек таким образом, чтобы у него возникли световые ощущения, но не возникало чувства боли. Экспериментатор во время пробы удерживает пальцы на пульсе испытуемого.
3. Сразу после пробы определяют частоту пульса за 15 сек. Если надавливание на глазные яблоки не изменило частоты пульса, опыт повторяют, слегка усилив давление.
4. Переводят частоту пульса за 15 сек на удары в минуту.
5. Делают выводы.

Оценка результатов:

Урежение пульса на 4–12 уд./мин. – нормальная реакция сердца на пробу.

Урежение пульса более 12 уд/мин. – резко усиленная реакция

Урежение пульса не наблюдается – ареактивная реакция

Учащение пульса – извращенная реакция, которая свидетельствует о повышении тонуса симпатических центров регуляции сердечной деятельности.

Рекомендации к оформлению работы:

1. Отметить в тетради частоту пульса до и после надавливания на глазные яблоки.
2. Нарисовать схему рефлекторной дуги наблюдаемого рефлекса.

Ответьте на вопрос:

1. Каков механизм возникновения глазо-сердечного рефлекса?

Работа № 25. Влияние температуры на деятельность сердца

Цель работы: наблюдать за изменениями деятельности сердца при раздражении терморецепторов кожи.

Для работы необходимы: сосуды для горячей и холодной воды, секундомер, объект исследования – человек

Ход работы:

1. У испытуемого в покое подсчитывают частоту пульса за 15 сек. (фон₁).
2. Испытуемый опускает руки в сосуд с холодной водой или снегом и у него тотчас же подсчитывают частоту пульса за 15 сек.
3. После восстановления частоты пульса до исходной величины (фон₂) испытуемый опускает руки в сосуд с горячей водой (температура воды около 40–45 градусов) и у него вновь подсчитывают частоту пульса за 15 сек.
4. Переводят частоту пульса за 15 сек на удары в минуту.
5. Результаты эксперимента заносят в таблицу 7.

Таблица 7

Изменение деятельности сердца при раздражении экстерорецепторов

п/п	Условия эксперимента	Частота пульса (15 сек)	ЧСС, уд/мин
1	Покой (фон ₁)		
2	После надавливания на глазные яблоки		
3	Покой (фон ₂)		
4	При воздействии холодной воды на рецепторы кожи		
5	Покой (фон ₃)		
6	При воздействии горячей воды на рецепторы кожи		

Рекомендации к оформлению работы:

1. Объяснить наблюдаемые изменения в деятельности сердца.

**Работа № 26. Влияние гормонов и электролитов
на работу изолированного сердца**

Цель работы: наблюдать влияние адреналина, хлористого калия, хлористого кальция на работу изолированного сердца лягушки.

Для работы необходимы: набор для препарирования, штатив с лапками, серфин, миограф, нитки, стаканчики, канюля, раствор Рингера, 0,1% раствор адреналина, 1% раствор хлористого кальция, 1% р-р хлористого калия, пипетка, объект исследования – лягушка.

Деятельность сердца регулируется не только центральной нервной системой, но и целым рядом биологически активных веществ, циркулирующих в крови. Наиболее выраженным влиянием на деятельность сердца обладает адреналин. Его действие подобно тому, которое наблюдается при раздражении симпатической нервной системы, т.е. происходит увеличение частоты и силы сердечных сокращений, повышение возбудимости и проводимости, что имеет важное биологическое значение. При физических нагрузках, эмоциях мозговой слой надпочечников выбрасывает в кровь большие количества адреналина, что вызывает усиление сердечной деятельности, необходимое в данных условиях. Существенное влияние на деятельность сердца оказывают и некоторые электролиты. Так, избыток ионов калия в крови угнетает сердечную деятельность, а при значительном их избытке сердце останавливается в диастоле. Избыток ионов кальция действует в противоположном направлении, т.е. подобно адреналину. При значительном избытке кальция в крови сердце останавливается в систоле.

Ход работы:

1. Обездвиживают лягушку, вскрывают грудную клетку, обнажают сердце, под обе дуги аорты подводят лигатуры и перевязывают их, лигатуры не обрезают, так как за них удобно поддерживать сердце при введении в него канюли (рис. 23а).
2. Чуть оттягивая сердце пальцем кверху, отводят его вверх, подводят лигатуру под полые вены, впадающие в венозный синус, и перевязывают их как можно дальше от сердца таким образом, чтобы не отделить венозный синус от сердца. Делают из второй нитки небольшую петлю и накладывают ее на поверхность левого предсердия, под левой дугой аорты.

Захватив и приподняв пинцетом стенку предсердия, в середине пространства, ограниченного петлей, надрезают предсердие тонкими ножницами (рис. 23 б).

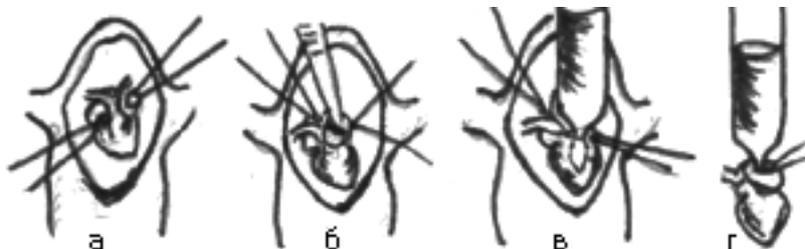


Рис. 23. Этапы операции по приготовлению препарата «изолированное сердце лягушки»

3. Через отверстие в предсердии продвигают в желудочек конец канюли, чуть заполненный раствором Рингера. Туго затягивают петлю, наложенную на предсердие, таким образом, чтобы сердце было крепко укреплено на канюле (рис. 23 в), Затем полностью заполняют канюлю раствором Рингера.
Введение канюли в сердце – самый ответственный и трудный момент при проведении данной работы.
4. Приподняв канюлю, а вместе с ней и сердце, перерезают обе дуги аорты, выше первой лигатуры, затем вторым разрезом, проходящим ниже полых вен (ниже второй лигатуры), вырезают сердце из организма, стараясь не повредить венозный синус и желчный пузырь, иначе желчь может попасть на сердце и вызвать его остановку. Чтобы сердце не соскользнуло с канюли, концы ниток закрепляют вокруг канюли. В канюле меняют раствор с помощью пипетки до тех пор, пока он не станет прозрачным; если сердце изолировано правильно, то при каждом сокращении желудочка раствор выбрасывается в канюлю, а во время диастолы поступает назад в сердце (рис. 23 г).
5. Канюлю укрепляют в лапке штатива, верхушку сердца захватывают серфином, соединенным с миографом, и записывают кардиограмму сердца.
6. Исследуют влияние *хлористого кальция* на деятельность сердца. Для этого к раствору Рингера добавляют 2–3 капли этого раствора и записывают кардиограмму, наблюдают *усиление и учащение* деятельности сердца, при добавлении большего количества раствора хлорида кальция может произойти *остановка сердца в систоле*.

7. Отмывают сердце от хлористого кальция, наливая и отсасывая пипеткой раствор Рингера до восстановления исходного уровня сокращений. Затем добавляют одну каплю *хлористого калия* и снова записывают кардиограмму, наблюдают *уменьшение силы и частоты* сердечных сокращений, вплоть до остановки сердца в диастоле.
8. Быстро отмывают сердце от раствора хлористого калия до восстановления исходной ЧСС, затем аналогичным образом исследуют влияние на деятельность сердца *адреналина* (гормона мозгового слоя надпочечников).

Рекомендации к оформлению работы:

1. Вырезать и вклеить в тетрадь полученные кардиограммы (или зарисовать их).
2. Описать характер изменения сердечных сокращение под действием электролитов и гормонов.

Ответьте на вопрос:

1. Какие гуморальные раздражители стимулируют работу сердца, а какие – тормозят?

Работа № 27. Измерение величины артериального давления у человека (по методу Н. С. Короткова)

Цель работы: познакомиться с техникой измерения артериального давления у человека аускультативным методом Н.С. Короткова. Определить величину кровяного давления в покое и после дозированной мышечной нагрузки.

Для работы необходимы: прибор для измерения кровяного давления, фонендоскоп, спирт, вата. Объект исследования – человек.

Механический прибор для измерения кровяного давления косвенным методом Короткова состоит из манометра, нагнетательной груши с клапаном, манжеты с липким фиксатором (рис. 24).



Рис. 24. Прибор для измерения артериального давления

Ход работы:

1. Испытуемый сидит боком к столу, опираясь на спинку стула, с расслабленными не скрещенными ногами, положив руку на стол ладонью вверх. Опора спины и руки исключает повышение артериального давления из-за напряжения мышц. Во время проведения измерений не рекомендуется разговаривать, так как это может повлиять на величину кровяного давления.
2. Манжету прибора плотно накладывают на обнаженное плечо правой руки испытуемого таким образом, чтобы нижний край был выше локтевой ямки на 2,5 см и закрепляют ее. Плотность наложения манжеты должна быть такой, чтобы между манжетой и поверхностью плеча проходил палец.
3. В области локтевого сгиба, над локтевой ямкой на внутренней поверхности плеча находят пульсирующую плечевую артерию и устанавливают над ней мембрану фонендоскопа, которая должна полностью плотно прилегать к поверхности плеча. Заушники фонендоскопа дезинфицируют спиртом.
4. Закрывают (по ходу часовой стрелки) винтовой клапан на нагнетательной груше прибора и быстро нагнетают в манжету воздух до полного исчезновения пульса, т.е. создают давление, превышающее систолическое артериальное давление (до 160–170 мм рт.ст. в среднем).
5. Немного открывают клапан на груше (против часовой стрелки) и медленно выпускают воздух из манжеты, внимательно следя за показателями манометра и прислушиваясь к сосудистым тонам («туп-туп»). Отмечают показания манометра в момент появления первого тона. Величина давления, при которой слышен первый тон, соответствует систолическому (максимальному) давлению. В этот момент давление в манжете становится несколько ниже систолического давления, кровь во время систолы с большой скоростью проталкивается через сдавленный манжетой участок сосуда и с силой ударяется о стенки артерии ниже манжеты. По мере снижения давления в манжете все большие порции крови во время систолы будут проходить по плечевой артерии, поэтому сосудистые тоны будут усиливаться, а затем ослабевать до полного исчезновения звука. Величина давления в момент исчезновения тона, соответствует диастолическому (минимальному) давлению. В это время кровь бесшумно протекает под манжетой во время систолы и диастолы.

Время, в течение которого производят измерение кровяного давления не должно превышать 1 мин. Если давление в манжете удерживают более продолжительное время, то объем крови в дистальной части конечности постепенно нарастает, что значительно нарушает ее кровообращение.

Измерение кровяного давления проводят дважды после полного освобождения манжеты от воздуха с интервалом между измерениями 1-2 минуты.

6. Дважды определяют у испытуемого частоту пульса за 15 сек. и переводят полученный результат на уд./мин.
7. Испытуемый, не снимая манжеты с плеча, делает дозированную мышечную нагрузку (20 приседаний за 30 сек.), кровяное давление и частоту пульса измеряют сразу же после выполнения нагрузки и через каждую минуту после ее окончания до восстановления показателей.
8. Рассчитывают пульсовое давление, вычитая из величины систолического кровяного давления величину диастолического давления: (ПД = СД – ДД).
9. Полученные результаты заносят в табл. 8, и оценивают реакцию сердечно-сосудистой системы на нагрузку (табл. 9).

Таблица 8

**Результаты исследования физиологического состояния
сердечно-сосудистой системы**

Физиологическое состояние	Величина кровяного давления в мм рт.ст.			Пульс, уд/мин
	систолическое	диастолическое	пульсовое	
В покое				
Сразу после нагрузки				
Через 2 мин. после нагрузки				
Через 3 мин. после нагрузки				

Таблица 9

**Оценка состояния сердечно-сосудистой системы
с помощью функциональной пробы**

№	Показатель	Реакция сердечно-сосудистой системы		
		хорошая	удовлетворительная	неудовлетворительная
1	Степень учащения пульса	до 75 %	76-100 %	выше 100 %
2	Систолическое давление	Значительное повышение – на 20–30 мм рт.ст.	Небольшое повышение – до 20 мм рт.ст.	Без изменения или понижение
3	Диастолическое давление	Снижение на 5–10 мм рт.ст. или без изменения	Повышение	Повышение
4	Пульсовое давление	Значительное увеличение	Незначительное увеличение	Без изменения или повышение
5	Время восстановления показателей	До 2-х мин	До 3-х мин	Более 3-х мин

Рекомендации к оформлению работы:

1. Рассчитать в процентах степень учащения пульса.
2. Вычислить величину пульсового давления.

Ответьте на вопросы:

1. Объясните происхождение систолического, диастолического и пульсового давления крови.
2. Какие причины влияют на величину артериального давления крови?
3. Какова величина артериального давления в норме в различные возрастные периоды?

Работа № 28. Исследование артериального пульса

Цель работы: приобрести навыки определения артериального пульса.

Для работы необходимы: секундомер, объект исследования – человек.

Артериальным пульсом называются ритмические колебания артериальной стенки, обусловленные работой сердца. В распространении пульсовой волны большое значение имеет эластичность стенок артериальных сосудов. Она обеспечивает растяжение аорты при повышении в ней давления во время систолы. Возникшее при этом колебание стенки аорты распространяется по всем артериям до капилляров, где пульсовая волна гаснет.

Путем простого прощупывания (пальпации) поверхностных артерий (лучевой в области кисти или сонной в области шеи) можно получить сведения о частоте сердечных сокращений (ЧСС) и функциональном состоянии организма.

Ход работы:

1. Пульс исследуют на лучевой артерии. Экспериментатор охватывает правой рукой в области лучезапястного сустава кисть испытуемого так, чтобы большой (1-й) палец располагался на тыльной стороне предплечья (т.е. охватывает запястье), остальные – на передней поверхности.
2. Артерию прижимают к внутренней поверхности лучевой подлежащей кости. Пульсовые волны ощущаются под пальцами в виде толчков.
3. У испытуемого в состоянии покоя определяют частоту пульса за 10 сек. Процедура измерения пульса нередко вызывает

у человека в первые минуты волнение, поэтому первые замеры могут оказаться завышенными, пульс измеряют дважды с интервалом между измерениями, равным 1–2 минутам.

4. Испытуемый выполняет дозированную физическую нагрузку: делает 20 глубоких приседаний в течение 30 секунд, поднимая при каждом приседании обе руки вперед до уровня плеч. Затем у него измеряют частоту пульса за 10 сек сразу после выполнения физической нагрузки, затем в конце 1-й, 2-й и 3-й минут после нагрузки, Если пульс не восстановится в течение -3 минут, продолжать подсчет до восстановления пульса.
5. Определяют по пульсу **длительность сердечного цикла** в покое, сразу после нагрузки и в восстановительный период, для этого 10 сек делят на каждый полученный результат (т.е. число пульсовых ударов за 10 сек).
6. Частоту пульса переводят на **удары в минуту**.
7. Записывают в таблицу 10 полученные результаты, делают выводы о степени тренированности человека. При хорошей тренированности время восстановления ЧСС составляет 1–2 минуты.

Таблица 10

Результаты исследования пульса

Показатели	в покое	сразу после нагрузки	в 1-ю минуту после нагрузки	во 2-ю минуту после нагрузки	в 3-ю минуту после нагрузки
Частота пульса, уд/мин					
Длительность сердечного цикла, сек					

Рекомендации к оформлению работы:

1. Объяснить полученные результаты.

Работа № 26. Определение состояния вегетативной нервной системы с помощью ортостатической и клиностатической проб

Цель работы: изучить влияние фактора тяжести крови на сердечно-сосудистую систему, определить реакцию сердечно-сосудистой системы на переход из горизонтального положения в вертикальное.

Для работы необходимы: секундомер, прибор для измерения кровяного давления, фонендоскоп, вата, спирт.

Частота пульса в значительной мере зависит от степени возбудимости центральной и вегетативной нервных систем.

Ход работы:

1. Ортостатическая проба

1. У испытуемого, находящегося в положении лежа на кушетке (должен находиться в этом положении 5–10 мин.) на 3-й минуте подсчитывают пульс за 10 сек, затем он встает, и у него сразу же снова подсчитывают пульс за 10 сек, результаты переводят в уд/мин.

Оценка результатов:

1. У здорового человека пульс в положении стоя по сравнению с горизонтальным положением тела учащается на 5-10 ударов.
2. При преобладании симпатического тонуса пульс увеличивается более чем на 10 ударов.

2. Клиностатическая проба

2. В положении стоя на 3-ей минуте подсчитывают пульс за 10 сек, затем принимают горизонтальное положение и сразу же подсчитывают пульс за 10 сек, переводят результаты в уд/мин.

Оценка результатов:

1. Уменьшение пульса на 4–12 уд./мин – норма.
2. Уменьшение пульса более, чем на 12 ударов свидетельствует о преобладании влияний парасимпатических нервных волокон на сердце.

Рекомендации к оформлению работы:

3. Результаты записать в табл. 11:

Таблица 11

**Реакция сердечно-сосудистой системы
на переход из горизонтального положения в вертикальное**

Ортостатическая проба		Клиностатическая проба	
ЧСС лежа		ЧСС стоя	
ЧСС стоя		ЧСС лежа	
Разница		Разница	

4. Сделать выводы.

Работа № 29. Определение вегетативного индекса Кердо (ВИК)

Цель работы: определить ВИК в покое.

Для работы необходимы: секундомер, прибор для измерения кровяного давления, фонендоскоп, вата, спирт.

ВИК характеризует тонус симпатических или парасимпатических центров на сердце в покое. При повышении тонуса симпатических цен-

тров на сердце отмечается учащение пульса, при повышении тонуса парасимпатических центров на сердце – урежение пульса по сравнению с нормой, у взрослого человека она составляет 70–75 уд./мин. в состоянии относительного покоя.

Ход работы:

1. В положении лежа дважды *измеряют величину артериального кровяного давления* с интервалом в 1 минуту.
2. Подсчитывают в течение 1 минуты на лучевой или сонной артерии частоту *пульса*, отражающую частоту сердечных сокращений.
3. ВИК рассчитывают по формуле:
$$\text{ВИК} = (1 - \text{ДАД} / \text{ЧСС}) \times 100,$$
где ДАД – диастолическое артериальное давление, ЧСС – частота сердечных сокращений в минуту.
4. Записывают результаты, делают выводы.

Оценка результатов:

1. Если **ВИК > 0**, это свидетельствует о преобладании на сердце тонуса **симпатической нервной системы**.
2. Если **ВИК < 0**, это свидетельствует о преобладании тонуса **парасимпатической нервной системы** на сердце и о больших функциональных резервах сердечно-сосудистой системы.

Работа № 30. Оценка функционального резерва дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Цель работы:

1. Оценить функциональные возможности дыхательной системы.
2. Исследовать реакцию сердечно-сосудистой системы на недостаток кислорода.

Для работы необходимы: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Ход работы:

1. Экспериментатор подсчитывает у испытуемого, находящегося в состоянии покоя, *частоту пульса за 15 сек.*
2. Затем испытуемый по команде экспериментатора производит глубокий вдох и останавливает дыхание настолько, насколько это возможно. *Определяют время задержки дыхания по секундомеру.* (Для получения более хорошего результата испытуемому рекомендуется отвлечься от пробы, посмотреть в окно, на плакаты). Во время проведения пробы экспериментатор не убирает пальцы с пульса испытуемого,

3. Как только у испытуемого дыхание возобновится, экспериментатор повторно тотчас же подсчитывает частоту пульса за 15 сек.
4. Для оценки реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) на недостаток кислорода рассчитывают показатель реакции ССС (ПР ССС) по формуле:

$$ПР\ ССС = \frac{\text{частота пульса после пробы}}{\text{частота пульса до пробы}}$$

4. Записывают результаты, делают выводы.

Оценка состояния дыхательной системы:

Резерв дыхательной системы	Время задержки в сек
хороший	50 и более сек.
удовлетворительный	40 – 49 сек.
неудовлетворительный	меньше 40 сек.

Оценка состояния ССС:

1. ПР ССС в норме не должен превышать 1,2.
2. Если ПР ССС больше 1,2, это свидетельствует о неблагоприятной реакции ССС на недостаток кислорода.

Работа № 31. Определение стрессоустойчивости

сердечно-сосудистой системы на эмоциональный стресс

Цель работы: определить стрессоустойчивость сердечно-сосудистой системы по показателю реакции.

Для работы необходимы: секундомер.

Ход работы:

1. Экспериментатор подсчитывает у испытуемого, находящегося в состоянии покоя, частоту пульса за 10 сек.
2. Затем испытуемый проводит пробу «счет»: в течение 30 сек. он вычитает в уме из целого трехзначного нечетного числа целое однозначное нечетное число (например, из 575 вычитают 3, 5 или 7), называя вслух конечный результат. Счет должен проводиться максимально быстро. Во время проведения пробы экспериментатор не убирает пальцы с пульса испытуемого, контролирует правильность счета и скорость выполнения задания.
3. По истечении 30 секундного «счета» экспериментатор тотчас же подсчитывает пульс за 10 сек.
4. Рассчитывают показатель реакции ССС, как в предыдущей работе.
5. Записывают результаты, делают выводы.

Оценка результатов:

1. В норме показатель реакции ССС не должен превышать 1,3.
2. Увеличение этого показателя свидетельствует о низкой стрессоустойчивости сердечно-сосудистой системы на незначительный эмоциональный стресс, более сильные нагрузки могут негативно сказаться на состоянии сердечно-сосудистой системы.

Работа № 32. Реакция сердечно-сосудистой системы на наклоны туловища

Цель работы: определить реакцию сердечно-сосудистой системы на наклоны туловища (бельгийский тест).

Для работы необходимы: секундомер, объект исследования – человек.

Ход работы:

1. У испытуемого в состоянии покоя, сидя, подсчитывают частоту пульса за 10 сек. ($ЧСС_1$).
2. В течение 1,5 минут испытуемый делает 20 наклонов вниз с опусканием рук, после чего сразу же подсчитывают частоту пульса за 10 сек. ($ЧСС_2$).
3. Через 1 мин после выполнения нагрузки вновь подсчитывают пульс ($ЧСС_3$).
4. Рассчитывают показатель реакции сердечно-сосудистой системы (ПР) на данный вид нагрузки по формуле:

$$ПР = \frac{(ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3 - 33)}{10}.$$

Оценка результатов:

Показатель реакции ССС	Состояние сердца
0 - 0,3	отличное состояние сердца
0,31 - 0,6	хорошее состояние сердца
0,61 - 0,9	среднее состояние сердца
0,91 - 1,2	удовлетворительное состояние сердца
> 1,2	неудовлетворительное состояние сердца

Рекомендации к оформлению работы:

1. Результаты записать, сделать выводы.

*Вопросы к теме
«Физиология сердечно-сосудистой системы»*

1. Значение кровообращения, круги кровообращения. Особенности микроструктуры сердечной мышцы, основная и атипичная сердечная мышечная ткань. Проводящая система сердца.
2. Цикл работы сердца, его фазы.
3. Физиологические свойства сердечной мышцы:
 - Возбудимость, особенности мембранного потенциала и потенциала действия в основной и атипичных тканях сердца. Правило «все или ничего».
 - Рефрактерность сердечной мышцы.
 - Проводимость, скорость проведения возбуждения по основной и атипичным тканям сердца.
 - Сократимость, механизм сокращения сердечной мышцы, гетерометрический и гомеометрический механизмы саморегуляции деятельности сердечной мышцы.
 - Автоматия различных отделов сердца, Сино-атриальный узел – водитель сердечного ритма. Природа и механизм автоматии.
4. Систолический и минутный объемы крови, факторы, от которых они зависят.
5. Нервная экстракардиальная регуляция деятельности сердца. Тонус центров сердечных нервов. Рефлекторная регуляция деятельности сердца.
6. Гуморальная регуляция деятельности сердца.
7. Интракардиальная регуляция деятельности сердца: внутриклеточная, межклеточная и собственно внутрисердечная нервная регуляция.
8. Движение крови по сосудам, факторы, обуславливающие движение крови по сосудам.
9. Кровяное давление, факторы, от которых оно зависит. Кровяное давление в различных участках сосудистого русла. Регистрация кровяного давления. Систолическое, диастолическое и пульсовое давление.
10. Объемная и линейная скорость кровотока. Скорость движения крови в различных участках сосудистого русла. Непрерывность кровотока. Время кругооборота крови. Пульс. Особенности движения крови по капиллярам и венам.
11. Нервная и гуморальная регуляция тонуса сосудов. Эфферентная иннервация сосудов. Сосудодвигательный центр, его местополо-

жение, отделы. Зависимость тонуса сосудодвигательного центра от афферентной импульсации, влияний вышерасположенных отделов мозга и гуморальных раздражителей. Роль баро-и хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон в саморегуляции деятельности сердечно-сосудистой системы. Условнорефлекторные изменения кровообращения.

12. Кровоснабжение органов. Кровяные депо и количество циркулирующей крови, зависимость кровоснабжения органов от их функционального состояния.

Профильные вопросы по возрастной анатомии и физиологии

1. Особенности кровообращения у плода и новорожденных, изменения кровообращения в постнатальный период.
2. Особенности строения и функционирования сердца у детей. Возрастные изменения частоты сердечных сокращений и длительности сердечного цикла у детей разного возраста.
3. Возрастные изменения систолического и минутного объемов крови. Значение физической культуры и спорта для нормального роста и развития сердца у детей.
4. Возрастные изменения кровяного давления, скорости кровотока и времени кругооборота крови у детей разного возраста.
5. Возрастные особенности регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы.

V. Физиология дыхания

Работа № 33. Изучение механизма дыхательных движений

Цель работы: исследовать значение отрицательного плеврального давления в механизме вдоха и выдоха.

Для работы необходимы: модель Дондерса, набор инструментов для препарирования, восковая (пробковая) пластинка, препаровальные иглы, нитки, канюля, объект исследования – лягушка, (мышь или белая крыса).

Вентиляция легких осуществляется ритмическими сокращениями дыхательных мышц. Благодаря актам вдоха и выдоха происходит обмен газов (кислорода и углекислого газа) между атмосферным и альвеолярным воздухом. Акт вдоха (инспирация) – активный процесс, при сокращении дыхательных мышц (наружных межреберных и диафрагмы) объем грудной полости увеличивается. Отрицательное давление в плевральной щели при спокойном вдохе понижается до 7–9 мм рт. ст., эластическая легочная ткань, следуя за изменениями объема грудной клетки, растягивается, давление в легких становится ниже атмосферного и в силу разности давлений атмосферный воздух входит в легкие. Акт выдоха (экспирация) – пассивный процесс, дыхательные мышцы расслабляются, объем грудной клетки уменьшается, давление в плевральной щели несколько повышается (3–4 мм рт.ст.), легочная ткань сжимается, объем легких уменьшается, давление в них становится выше атмосферного и воздух пассивно выходит из них наружу.

Механизм вдоха и выдоха можно изучить с помощью модели Дондерса (рис. 24).

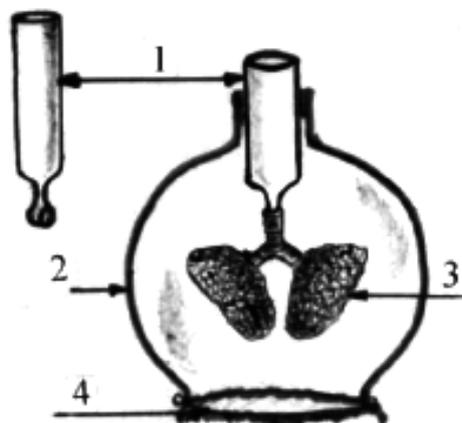


Рис. 24. Модель Дондерса для демонстрации механизма вдоха и выдоха:

1 – канюля с ампулообразным расширением на конце, 2 – стеклянная колба – «грудная клетка», 3 – легкие лягушки (крысы), 4 – резиновая мембрана – «диафрагма»

Модель Дондерса представляет собой стеклянный сосуд (колбу) с резиновой мембраной вместо дна. Колба имитирует грудную клетку, резиновая мембрана – диафрагму. Верхнее отверстие колбы закрыто пробкой, через которую пропущена стеклянная трубочка – канюля, на которой закрепляются легкие лягушки. Через наружный конец канюли полость легких сообщается с атмосферным воздухом.

Ход работы:

1. Обездвиживают лягушку и закрепляют ее препаровальными иглами на восковой пластинке брюшком вверх.
2. Захватывают пинцетом нижнюю челюсть, края челюсти надрезают в косом направлении и, оттянув ее книзу (по направлению к брюшку), находят голосовую щель. Челюсть чуть ниже верхнего края голосовой щели удаляют (рис. 25).

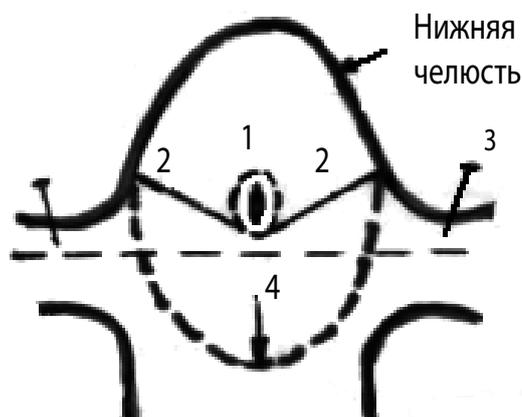


Рис. 25. Расположение голосовой щели

1 – голосовая щель, 2 – косые надрезы на нижней челюсти, 3 – линия удаления нижней челюсти, 4 – оттянутый край нижней челюсти

3. Вскрывают грудную клетку, обнажая легкие и сердце.
4. Прихватывают пинцетом голосовую щель, надрезают ткани вокруг нее и, осторожно отпрепарировав трахею с легкими и сердцем, вырезают их из организма. Сердце не удаляют, чтобы не нарушить целостность легочной ткани
5. Через голосовую щель в трахею вводят канюлю (опускать неглубоко, чтобы не повредить легкие) и туго закрепляют ее ниткой в трахее. Канюлю с легкими и сердцем размещают в аппарат Дондерса.
6. Для имитации *акта вдоха* резиновую мембрану – «диафрагму» оттягивают вниз, для *выдоха* вдавливают ее внутрь колбы и наблюдают за изменениями объема легких, эластичностью легочной ткани.

7. В канюлю с наружной стороны вставляют горящую сигарету (горящим концом вверх), поочередно делают «вдох» и «выдох» и наблюдают за изменениями внешнего вида легких при «выкуривании» ими сигареты.
8. При отсутствии живого объекта исследования (лягушки, мыши) в качестве препарата «легких» можно использовать воздушный шарик, сформированный из тонкой эластичной резины.

Рекомендации к оформлению отчета:

1. Зарисовать модель Дондерса с легкими в момент «вдоха» и «выдоха».
2. Объяснить механизм вдоха и выдоха, роль отрицательного давления в плевральной щели для дыхания.
3. Объяснить, почему изменяется цвет легких лягушки после «выкуривания» сигареты.

Работа № 34. Спирометрия

Цель работы: ознакомиться с методом спирометрии и определить жизненную емкость легких и объемы воздуха ее составляющие.

Для работы необходимы: водяной спирометр (волюмоспирометр) или сухой портативный, спирт, вата, носовой зажим, мундштуки, объект исследования – человек.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – это наибольшее количество, которое человек может выдохнуть после максимального вдоха, ее величину составляют несколько объемов воздуха:

- *дыхательный объем,*
- *резервный объем вдоха или дополнительный объем,*
- *резервный объем выдоха.*

ЖЕЛ является показателем растяжимости и подвижности грудной клетки. Она зависит от пола, возраста, роста, физического развития человека и в среднем составляет у взрослого человека 3000–5000 мл. Определяется ЖЕЛ с помощью прибора *спирометра* (водяного или суховоздушного), а метод ее определения называется *спирометрией*.

Волюмоспирометр – водяной спирометр имеет на корпусе 2 шкалы, закрытые прозрачным стеклом (рис. 26) Диапазон измерений верхней шкалы составляет от 1 до 8 литров, нижней – от 1 до 4 литров. Внутри корпуса установлен объемный преобразователь, состоящий из двух камер, и двух труб, соединенных со шлангом и мундштуком. Прибор сверху закрывается съемной крышкой. На задней стенке

прибора имеется заглушка для слива воды. Работа прибора основана на принципе объемных измерений выдыхаемого воздуха. При выдохе воздуха через мундштук в спирометре создается избыточное давление, в результате чего преобразователь поворачивается вокруг горизонтальной оси. Стрелка прибора, соединенная с преобразователем, движется вместе с ним по шкале, фиксируя величину выдыхаемого воздуха, а объемный преобразователь вследствие неуравновешенности возвращается в исходное положение.

Спирометр сухой портативный представляет собой воздушную турбину, состоящую из крыльчатки, корпуса, крышки, входной трубки (рис. 27). Шкала прибора с делениями (от 1 до 6 литров) закреплена в крышке и вместе с нею может поворачиваться на корпусе прибора. При выдохе поток воздуха из легких человека через входную трубку поступает в турбину, под давлением воздушной струи вращается крыльчатка и стрелка. По положению стрелки на шкале определяется объем выдыхаемого воздуха.

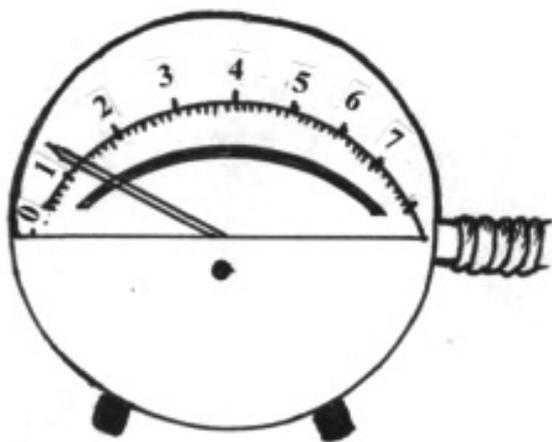


Рис. 26. Водяной спирометр



Рис. 27. Сухой спирометр

Ход работы:

1. Снимают крышку волюмоспирометра, наливают в корпус воду комнатной температуры до нижнего края шкалы. Устанавливают объемный преобразователь и стрелку на нулевую отметку шкалы. Надевают крышку на корпус прибора. Для измерений объемов выдыхаемого воздуха используют шкалу в диапазоне от 1 до 8 литров.
2. В манжету, закрепленную на конце шланга, надевают стерильный мундштук, затем дополнительно тщательно протирают его ваткой, смоченной спиртом.

3. Определяют величину **дыхательного объема воздуха (ДО)**. Испытуемый, в положении стоя, взяв мундштук в рот, после спокойного вдоха через нос производит спокойный выдох через мундштук в спирометр. Определение проводят 2–3 раза, каждый раз возвращая стрелку на нулевую отметку, и подсчитывают среднюю величину дыхательного объема.
4. Определяют величину **резервного объема выдоха ($PO_{\text{выдоха}}$)**. Испытуемый зажимает нос продезинфицированным носовым зажимом и после спокойного выдоха, не делая вдоха, производит через мундштук в спирометр максимально возможный выдох.
5. Определяют **ЖЕЛ**. Испытуемый производит предварительную гипервентиляцию легких, сделав 2–3 глубоких вдоха и выдоха в атмосферу, затем зажимает нос зажимом и после максимально возможного вдоха делает максимально возможный выдох в спирометр, напрягая все дыхательные мышцы.
6. **Резервный объем вдоха ($PO_{\text{вдоха}}$)** определить с помощью спирометра нельзя, поэтому этот показатель рассчитывают, для этого из величины ЖЕЛ вычитают сумму дыхательного объема и резервного объема выдоха.

$$(PO_{\text{вдоха}}) = \text{ЖЕЛ} - (\text{ДО} + PO_{\text{выдоха}}).$$

7. Рассчитывают **должную величину ЖЕЛ** по формуле:
 Должная ЖЕЛ_{для мужчин} = (рост_{в см} × 0,052) – (возраст_{в годах} × 0,022) – 3,6.
 Должная ЖЕЛ_{для женщин} = (рост × 0,041) – (возраст × 0,018) – 2,68;

Для подростков:

$$\text{Должная ЖЕЛ}_{\text{для мальчиков}} = (\text{рост} \times 0,052) - (\text{возраст} \times 0,022) - 4,2.$$

$$\text{Должная ЖЕЛ}_{\text{для девочек}} = (\text{рост} \times 0,041) - (\text{возраст} \times 0,018) - 3,7.$$

Отклонения фактической величины ЖЕЛ от должной ЖЕЛ в пределах $0 \pm 15\%$ расцениваются как несущественные.

8. Для оценки функции дыхательной системы рассчитывают **жизненный индекс легких (ЖИЛ)**. Он характеризует объем воздуха, приходящийся на 1 кг массы тела, и рассчитывается по формуле:

$$\text{ЖИЛ} = \text{ЖЕЛ}_{\text{в мл}} / \text{масса тела}_{\text{в кг}}.$$

У *мужчин* этот показатель должен быть не менее 60–70 мл/кг, у *женщин* – не менее 55–60 мл/кг. Повышение этого показателя является выгодным для человека и свидетельствует о больших функциональных резервах дыхательной системы.

9. Рассчитывают **остаточный объем воздуха**, исходя из того, что он составляет в среднем 30% от ЖЕЛ (фактической).
10. Рассчитывают **коэффициент легочной вентиляции (КВ)** для спокойного и глубокого дыхания по формуле:

$$KB = \frac{\text{Дыхательный объем} - \text{объем мертвого пространства (150мл)}}{\text{Остаточный объем} + \text{резервный объем выдоха}}$$

Коэффициент легочной вентиляции показывает, какая часть альвеолярного воздуха заменяется при одном дыхательном движении. Сравнивают полученные величины.

При работе с сухим портативным спирометром методика определения такая же, как и при работе с водяным спирометром (см. выше пункт 5).

Рекомендации к оформлению отчета:

1. Записать полученные результаты.
2. Сравнить полученные величины жизненной емкости легких, жизненного индекса легких с должными величинами.
3. Сделать выводы.

Работа № 35. Нервная регуляция дыхания

Цель работы: в условиях острого опыта выяснить роль блуждающего нерва в саморегуляции дыхания.

Для работы необходимы: набор инструментов для препарирования (большие и малые ножницы, большие и малые пинцеты, скальпель, препаровальные крючки, кровоостанавливающие зажимы, иглодержатель, игла кожная), станок для фиксирования животного, марлевые тампоны, салфетки, вата, нитки, спирт, стимулятор, элетроды, шприц, наркоз – нембутал, объект исследования – кролик.

При растяжении легких во время вдоха раздражаются механорецепторы альвеол и дыхательных мышц, возникающее возбуждение по афферентным волокнам блуждающих и межреберных нервов поступает в экспираторный центр продолговатого мозга. По мере растяжения легких поток импульсов усиливается, что вызывает его возбуждение и торможение инспираторного центра. В результате поток импульсов от инспираторного центра к дыхательным мышцам прекращается и происходит выдох.

Ход работы:

1. Кролику внутрибрюшинно вводят раствор нембутала (этамилал-На) из расчета 40мг на 1 кг массы.
2. Уснувшее животное фиксируют в станке брюшком вверх. В области шеи выстригают шерсть, изолируют операционное поле от окружающих участков салфеткой с разрезом в центре. По средней линии шеи делают кожный разрез длиной 4–5 см. Тупым путем раздвигают открывшиеся продольные мышцы шеи. По обеим сторонам от трахеи находят сосудисто-нервные пучки. Каждый пучок состоит из сонной артерии и блуждающего нерва (*самый толстый, ярко-белой окраски*), симпатического нерва (*более тонкий, серовато-розового цвета*) и депрессорного нерва (*самый тонкий*). Выводят на поверхность разреза и отделяют блуждающие нервы от общей сонной артерии и симпатического нерва.
3. Под каждый блуждающий нерв подводят по две лигатуры, завязывают их, не затягивая.
4. Визуально подсчитывают исходную частоту дыхательных движений за 1 минуту (фон).
5. Туго затягивают лигатуры на одном блуждающем нерве, соблюдая расстояние между ними около 1 см, а затем нерв перерезают между лигатурами.
6. Наблюдают за изменениями частоты и глубины дыхания, подсчитывают частоту дыхания.
7. Аналогичным способом перевязывают и перерезают второй блуждающий нерв, подсчитывают частоту дыхания.
8. Приподнимают за лигатуру центральный конец одного блуждающего нерва, подводят под него электроды и подают раздражение электрическим током средней силы. Наблюдают, изменяется ли частота и глубина дыхания? Подсчитывают частоту дыхания.
9. Раздражают периферический конец блуждающего нерва, наблюдая за дыханием и подсчитывая его частоту.

Рекомендации к оформлению отчета:

1. Записать полученные результаты в таблицу 12.
2. Объяснить наблюдаемые изменения частоты дыхательных движений, отметив роль блуждающего нерва в регуляции дыхания.

Роль блуждающего нерва в регуляции дыхания

Условия эксперимента	Частота дыхания за 1 минуту
1. Исходная частота дыхания (фон)	
2. После перерезки 1-го блуждающего нерва	
3. После перерезки 2-го блуждающего нерва	
4. При раздражении центрального конца блуждающего нерва	
5. При раздражении периферического конца блуждающего нерва	

Работа № 36. Рефлекторные влияния на дыхание человека

Цель работы: наблюдать в эксперименте изменение дыхания при действии раздражителей.

Для работы необходимы: нашатырный спирт, стакан с холодной водой или со снегом, вата, спирт, объект исследования – человек.

На активность нейронов дыхательного центра оказывают влияние различные раздражители. Одни из них являются *постоянно действующими* (рефлекторные влияния с механорецепторов легких, дыхательных мышц, сосудистых рефлексогенных зон), другие оказывают *кратковременное непостоянное влияние и связаны с возбуждением различных экстеро – и интерорецепторов*. Например, пахучие вещества во вдыхаемом воздухе; импульсация с рецепторов пищеварительного тракта при глотании, рвоте, дефекации; воздействие низкой или высокой температуры на кожные рецепторы вызывают рефлекторное изменение частоты и глубины дыхания.

Ход работы:

1. Работа проводится вдвоем. Испытуемый подсчитывает частоту дыхательных движений за 15 сек. (фон), повернувшись к экспериментатору спиной, на 15-й секунде к носу испытуемого экспериментатор неожиданно подносит ватку, смоченную нашатырным спиртом (аммиаком), и сразу же подсчитывают частоту дыхания за 15 сек.
2. Испытуемый берет в рот глоток воды и подсчитывает частоту дыхания за 15 сек., на 15-й секунде по команде экспериментатора он проглатывает воду, продолжая счет дыхательных движений за 15 сек.
3. Испытуемый подсчитывает частоту дыхательных движений за 15 сек., затем на шею испытуемого неожиданно для него кладут кусочек снега (при его отсутствии – ватку, смоченную холодной водой) и сразу же подсчитывают частоту дыхания за 15 сек.

Рекомендации к оформлению отчета:

1. Полученные результаты занести в таблицу 13.

Таблица 13

Влияние некоторых факторов на частоту дыхания

Условия эксперимента	Частота дыхания	
	за 15 сек до воздействия	за 15 сек во время воздействия
1. Вдыхание паров аммиака		
2. Проглатывание воды		
3. Воздействие снега на кожные рецепторы		

2. Объяснить наблюдаемые явления.
3. Зарисовать рефлекторную дугу одного из рефлексов, влияющих на дыхание.

Рекомендации к оформлению отчета:

1. Полученные результаты занести в таблицу 13.
2. Объяснить наблюдаемые явления.
3. Зарисовать рефлекторную дугу одного из рефлексов, влияющих на дыхание.

Работа № 37. Функциональная проба с задержкой дыхания

Цель работы: определить состояние аппарата внешнего дыхания и системы кровообращения.

Для работы необходимо: секундомер. Объект исследования – человек.

Проба Штанге и Генча– функциональные пробы для оценки состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, заключающиеся в определении максимальной продолжительности произвольной задержки дыхания после вдоха (проба Штанге) или после выдоха (проба Генча). Время, в течение которого человек может задерживать дыхание, преодолевая желание вдохнуть, индивидуально (табл. 14). Оно зависит от состояния внешнего дыхания, системы кровообращения, а также от личностно-волевых качеств человека.

Ход работы:

1. ПРОБА ШТАНГЕ

1. У испытуемого подсчитывают частоту пульса за 15 сек, затем после максимального вдоха он проводит задержку дыхания. Время задержки определяют по секундомеру. Для получения более хорошего результата испытуемому рекомендуется отвлечься от пробы,

посмотреть в окно, на плакаты. Во время проведения пробы экспериментатор не убирает пальцы с места пальпации пульса испытуемого.

2. Как только дыхание возобновится (невозможно больше сдерживать), тотчас подсчитывают частоту пульса за 15 сек.

Оценка результатов состояния дыхательной системы:

Таблица 14

Продолжительность произвольной задержки дыхания

Резерв дыхательной системы	Задержка дыхания в сек
хороший	50 и более
удовлетворительный	40-49
неудовлетворительный	меньше 40

Оценка результатов состояния сердечно-сосудистой системы:

Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы на недостаток кислорода рассчитывают показатель реакции ССС (ПР ССС) по формуле:

$$ПР\ ССС = \frac{\text{частота пульса после пробы}}{\text{частота пульса до пробы}}$$

1. В норме ПР ССС не должен быть более 1,2
2. Если ПР ССС > 1,2, то это свидетельствует о неблагоприятной реакции ССС на недостаток кислорода.
3. Сопоставить полученные данные с оценочными результатами.

2. ПРОБА ГЕНЧА

1. Испытуемому дают 5–10 минут отдыха, подсчитывают частоту пульса за 15 сек. и после максимального выдоха он проводит задержку дыхания.
2. Время задержки определяют по секундомеру. Во время проведения пробы экспериментатор не убирает пальцы с места пальпации пульса испытуемого.

Оценка результатов:

Резерв дыхательной системы	Задержка дыхания в сек
хороший	30-40 и более
удовлетворительный	20-29
неудовлетворительный	меньше 20

3. Как только дыхание возобновится, тотчас подсчитывают частоту пульса за 15 сек. и рассчитывают ПР ССС по формуле:

$$PP\ CСС = \frac{\text{частота пульса после пробы}}{\text{частота пульса до пробы}}$$

4. Результат ПР ССС оценивают как в предыдущей работе.
5. Записывают результаты, делают вывод о состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой системы человека.

Вопросы к теме «Физиология дыхания»

1. Значение дыхания, механизм вдоха и выдоха. Роль отрицательного давления в грудной полости в дыхании и кровообращении.
2. Жизненная емкость легких, ее объемы. Состав вдыхаемого, альвеолярного и выдыхаемого воздуха. Легочная вентиляция.
3. Диффузия газов в легких и тканях, транспорт газов кровью, значение физических и химических факторов в переносе газов. Перенос кислорода кровью, роль гемоглобина в снабжении тканей кислородом. Кривая диссоциации оксигемоглобина, ее зависимость от содержания углекислого газа в крови и температуры.
4. Диффузия углекислого газа в тканях и легких. Механизм переноса углекислого газа кровью.
5. Регуляция дыхания. Дыхательный центр, его местоположение, структура, ритмическая активность дыхательного центра, ее механизмы. Нервная и гуморальная регуляция дыхания, углекислый газ как специфический раздражитель дыхательного центра. Роль коры головного мозга в регуляции дыхания.
6. Адаптивные изменения дыхания при физической нагрузке, в условиях повышенного и пониженного атмосферного давления.

Профильные вопросы по возрастной анатомии и физиологии

1. Возрастные особенности строения органов дыхания. Рост и развитие дыхательной системы у детей; придаточные пазухи носа, миндалины. Профилактика заболеваний дыхательной системы.
2. Первый вдох новорожденного, факторы, его вызывающие. Изменения с возрастом типа дыхания, частоты и глубины дыхательных движений, минутного объема дыхания, газообмена, жизненной емкости легких, Возрастные особенности газообмена.
3. Возрастные особенности возбудимости дыхательного центра, произвольной регуляции дыхания.

VI. Пищеварение. Обмен веществ и энергии

Работа № 38. Пищеварение в полости рта

Цель работы: познакомиться с методом определения пищеварительных свойств слюны.

Для работы необходимы: кусочек крахмаленного накануне сухого бинта, размером 5x5 см, чашка Петри, спички без головок, вата, раствор йода.

Ход работы:

1. Смочите ватную палочку слюной и напишите ею букву в середине кусочка крахмаленного бинта.
2. Зажмите марлю между ладонями на 2–3 минуты, а затем опустите в раствор йода.
3. Наблюдайте за результатом и сделайте вывод.

Работа № 39. Исследование свойств ферментов слюны человека

Цель работы: провести исследование переваривания крахмала ферментами слюны человека. Изучить условия действия ферментов слюны на углеводы.

Для работы необходимы: Термостат или водяная баня с температурой 37–38°C, спиртовка, штатив с 10 пробирками, пипетки, 1% раствор вареного крахмала, 1% раствор сырого крахмала, 5 % раствор йода, реактив Фелинга, 0,5% раствор HCl, лакмусовая бумажка, лед, слюна человека.

Реактив Фелинга состоит из двух растворов, которые готовят и сохраняют отдельно, а смешивают в равных объемах только перед употреблением: 1) 5 г. NaOH и 17,5г. сегнетовой соли растворяют в 50 мл воды, 2) 3,5 г. $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ растворяют в 50 мл воды.

Ход работы:

1. Испытуемый собирает 10 мл слюны с помощью капсулы или естественным путем. Для возбуждения слюноотделения испытуемый закладывает за щеку ватку, смоченную раствором столового уксуса (10% раствор уксусной кислоты). Для освобождения слюны от пены ее профильтровывают через вату.
2. Нумеруют 10 пробирок. В пробирки № 1, 2, 3, 4, 5 добавляют по 2 мл слюны.
3. В пробирку №1 добавляют 3 мл 1% раствора вареного крахмала.

4. Пробирку №2 нагревают на спиртовке до кипения, охлаждают и добавляют в нее 3 мл 1% раствора вареного крахмала.
5. в пробирку №3 добавляют 0,5% раствор HCl до появления стойкого окрашивания лакмусовой бумаги и 3 мл 1% раствора вареного крахмала.
6. В пробирку №4 добавляют 3 мл 1% раствора сырого крахмала.
7. Первые 4 пробирки помещают на 30 мин в термостат или на водяную баню при температуре 37-38°C.
8. В пробирку №5 добавляют 3 мл 1% раствора вареного крахмала и сразу ставят в холодильник или в стакан со льдом.
9. Через 30 минут содержимое всех пробирок делят на две части для исследования, произошло ли расщепление крахмала до моносахаров:
 - 1) в первую серию пробирок добавляют 1-2 капли раствора йода, окрашивание раствора в синий цвет свидетельствует о наличии крахмала (т.е. расщепление крахмала не произошло).
 - 2) во вторую серию пробирок добавляют к содержимому реактив Фелинга и нагревают до кипения. При наличии простых сахаров содержимое пробирки окрашивается в буро-красный цвет (т.е. произошло расщепление крахмала ферментами слюны).
10. Полученные результаты эксперимента внести в табл. 15:

Таблица 15

Результаты исследования свойств ферментов слюны человека

№ пробирок	Содержание пробирок	Цвет содержимого пробирок после добавления		Результаты опытов
		раствора йода	реактива Фелинга	
1	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала			
2	1 мл прокипяченной слюны + 3 мл вареного крахмала			
3	1 мл слюны + 0,5% HCl + 3 мл вареного крахмала			
4	1 мл слюны + 3 мл сырого крахмала			
5	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала			

11. Объяснить, почему содержимое пробирок при добавлении раствора йода и реактива Фелинга приобретает различную окраску. Сделать выводы о наличии в слюне ферментов, о специфичности их действия, о влиянии pH среды и температуры на скорость ферментативных процессов.

Ответьте на вопросы:

1. В чем значение слюнных желез в процессе пищеварения?
2. Какие вещества входят в состав слюны и их роль?

Работа № 40. Исследование пищеварительной роли желчи

Цель работы: исследовать влияние желчи на жиры.

Для работы необходимы: штатив, 6 пробирок, 2 воронки, пипетки, желчь, растительное масло, бумажные фильтры, вода, порошок серы.

Желчь содержит желчные кислоты, которые уменьшают поверхностное натяжение воды, способствуя удержанию жира в состоянии эмульсии. Жирные кислоты при взаимодействии с солями желчных кислот переходят в растворимую в воде форму, что улучшает их переваривание и всасывание.

Ход работы:

I. Влияние желчи на фильтрацию жира

1. Размещают в воронки бумажные фильтры, один из которых смачивают водой, другой – желчью.
2. Устанавливают воронки в стоящие в штативе пробирки № 1 и 2, в каждую воронку наливают по 10 мл растительного масла.
3. Наблюдают за фильтрацией жира в обеих пробирках, отмечая время, скорость фильтрации и количество профильтровавшегося жира.
4. Записывают результаты и делают вывод.

II. Влияние желчи на поверхностное натяжение воды

1. Нумеруют карандашом по стеклу 2 пробирки: № 3, № 4 и ставят их в штатив.
2. В пробирку № 3 наливают 4 мл воды.
3. В пробирку № 4 наливают 3,5 мл воды и 0,5 мл желчи.
4. В каждую пробирку насыпают порошок серы.
5. Наблюдают, что в пробирке № 3 порошок серы не тонет, а в пробирке № 4 оседает на дно.

III. Эмульгирование жира желчью

1. Нумеруют две пробирки: № 5 и № 6.
2. В пробирку № 5 наливают 4 мл воды и 0,5 мл растительного масла.
3. В пробирку № 6 наливают 4 мл желчи и 0,5 мл растительного масла.
4. Содержимое обеих пробирок одновременно взбалтывают и ставят в штатив.

5. Отмечают по часам, в какой из пробирок более длительное время сохраняется эмульсия жира.
6. Записывают результаты, делают выводы.
7. Делают общий вывод по всем трем работам о роли желчи в пищеварении.

Ответьте на вопросы:

1. Что такое желчеобразование и желчеотделение?
2. Чем отличается пузырная желчь от печеночной желчи?
3. Какова роль желчи в процессах пищеварения?

Работа № 41. Вычисление основного обмена у человека с помощью таблиц

Цель работы: определить с помощью таблиц величину стандартного основного обмена с учетом пола, веса, роста и возраста.

Для работы необходимы: таблицы для расчета основного обмена у мужчин и женщин.

Ход работы:

1. С помощью ростомера измеряют рост испытуемого. С помощью весов определяют массу тела испытуемого.
2. Для расчета основного обмена используют специальные таблицы. Так как у мужчин уровень основного обмена в среднем на 10% выше, чем у женщин, то используются разные таблицы.
3. С помощью таблицы 16 и 17 определяют величину основного обмена по массе тела. Для этого в левой части таблицы (таблица А) находят свою массу тела и соответствующую этой массе величину основного обмена в больших калориях (ккал).
4. С помощью таблицы определяют величину основного обмена по росту и возрасту, пользуясь правой частью таблицы (таблица Б). Для этого находят по горизонтали возраст и по вертикали рост, на пересечении граф возраста и роста находится величина основного обмена.
5. Вычисляют величину нормального основного обмена человека, складывая две найденные по таблице цифры.
6. В отчете записывают полученные результаты и делают вывод.

Таблица 16

Таблица для расчета основного обмена мужчин

(1 ккал = 4,19 кДж)

А				Б								
Масса, кг	Калории	Масса, кг	Калории	Рост, см	Мужчины (возраст в годах)							
					17	19	21	23	25	27	29	
44	672	85	1235									
45	685	86	1249									
46	699	87	1263									
47	713	88	1277									
48	727	89	1290									
49	740	90	1304									
50	754	91	1318									
51	768	92	1332									
52	782	93	1345									
53	795	94	1359									
54	809	95	1373									
55	823	96	1387									
56	837	97	1406									
57	850	98	1414									
58	864	99	1428									
59	878	100	1442									
60	892	101	1455	104	193	169						
61	905	102	1469	108	233	208						
62	919	103	1483	112	273	248						
63	933	104	1497	116	313	288						
64	947	105	1510	120	353	328						
65	960	106	1524	124	393	368						
66	974	107	1538	128	433	408						
67	988	108	1552	132	473	448						
68	1002	109	1565	136	513	488						
69	1015	110	1579	140	553	528						
70	1029	111	1593	144	593	568						
71	1043	112	1607	148	633	608						
72	1057	113	1620	152	673	648	619	605	592	578	565	
73	1070	114	1634	156	713	678	669	625	612	598	585	
74	1084	115	1648	160	743	708	659	645	631	618	605	
75	1098	116	1662	164	773	738	679	665	652	638	625	
76	1112	117	1675	168	803	768	699	685	672	658	645	
77	1125	118	1689	172	823	788	719	705	692	678	665	
78	1139	119	1703	176	843	808	729	725	718	698	685	
79	1153	120	1717	180	863	828	759	745	732	718	705	
80	1167	121	1730	184	883	848	779	765	752	738	725	
81	1180	122	1744	188	903	858	799	785	772	758	745	
82	1194	123	1758	192	923	888	819	805	792	778	765	
83	1208	124	1772	196	-	908	839	825	812	798	785	
84	1222	-	-	200	-	-	859	845	832	818	805	

Таблица 17

Таблица для расчета основного обмена женщин
(1 ккал = 4,19 кДж)

А				Б								
Масса, кг	Калории	Масса, кг	Калории	Рост, см	Женщины (возраст в годах)							
					17	19	21	23	25	27	29	
44	1076	85	1468									
45	1085	86	1478									
46	1095	87	1487									
47	1105	88	1497									
48	1114	89	1506									
49	1124	90	1516									
50	1133	91	1525									
51	1143	92	1535									
52	1152	93	1544									
53	1162	94	1554									
54	1172	95	1554									
55	1181	96	1573									
56	1191	97	1583									
57	1200	98	1592									
58	1210	99	1602									
59	1219	100	1661									
60	1229	101	1621									
61	1238	102	1631	108	27	18						
62	1248	103	1640	112	43	34						
63	1258	104	1650	116	59	50						
64	1267	105	1659	120	75	66						
65	1277	106	1669	124	101	82						
66	1286	107	1678	128	107	98						
67	1296	108	1688	132	123	114						
68	1305	109	1698	136	139	130						
69	1315	110	1170	140	155	146						
70	1325	111	1717	144	171	162						
71	1334	112	1726	148	187	178						
72	1344	113	1736	152	201	192	183	174	164	155	155	
73	1353	114	1745	156	215	206	190	181	172	162	153	
74	1363	115	1755	160	229	220	198	188	179	170	160	
75	1372	116	1764	164	243	234	205	196	186	177	168	
76	1382	117	1774	168	255	146	213	203	194	184	175	
77	1391	118	1784	172	267	258	220	211	201	192	183	
78	1401	119	1793	176	279	270	227	218	209	199	190	
79	1411	120	1803	180	291	282	235	225	216	207	197	
80	1420	121	1812	184	303	294	242	233	223	214	204	
81	1430	122	1822	188	313	304	250	240	231	221	215	
82	1439	123	1831	192	322	314	257	248	238	229	220	
83	1449	124	1841	196	333	324	264	255	246	236	227	
84	1458	-	-	200	-	334	272	263	253	244	234	

Работа № 42 . Определение основного обмена по формуле Рида

Цель работы: рассчитать процент отклонения основного обмена от нормы.

Для работы необходимы: сфигмоманометр, фонендоскоп, спирт, вата, секундомер.

Формула Рида позволяет вычислить процент отклонения индивидуальной величины основного обмена от среднестатистической нормы. Установлено, что между артериальным давлением, частотой пульса и продукцией тепла в организме существует определенная взаимосвязь. Отклонение величины основного обмена на $\pm 10\%$ считается нормальным. Исследование проводится в положении лежа на спине при полном мышечном и эмоциональном покое.

Ход работы:

1. У испытуемого подсчитывают пульс за 1 минуту и измеряют артериальное кровяное давление по способу Н. С. Короткова три раза подряд с промежутками 1–2 минуты. Для расчета берут минимальные показатели.
2. Рассчитывают процент отклонения основного обмена от нормы по формуле Рида:

% отклонения =

$$0,75 \times (\text{частота пульса} + \text{пульсовое давление} \times 0,74) - 72.$$

3. Записывают в тетрадь полученный результат и делают вывод.

Ответьте на вопросы:

1. Что такое основной обмен?
2. Какие факторы влияют на величину основного обмена?

Работа № 43. Определение суточных энерготрат человека расчетным методом

Цель работы: рассчитать суточные энерготраты организма.

Для работы необходимы: весы, ростомер.

На протяжении суток человек выполняет разнообразные виды работ, на выполнение которых затрачивается разное количество энергии. Например, затраты энергии в условиях основного обмена в среднем составляют 1 ккал/час/кг, при спокойном сидении – 1,4; в положении стоя – 1,5; при легкой работе – 1,8–2,5; при небольшой мышечной работе, связанной с ходьбой – 2,8–3,2 ккал/час/кг. Работа с книгой,

подготовка к экзаменам, если не сопровождаются двигательной активностью, вызывают повышение энерготрат на 2–3%.

Ход работы:

1. Определяют рост (в см) и массу тела (в кг).
2. Рассчитывают величину основного обмена (ОО) по формуле Бенедикта:

Для мужчин:

$$ОО = 66,5 + (13,8 \times \text{массу тела}) + (5,0 \times \text{рост}) - (6,7 \times \text{возраст в годах}).$$

Для женщин:

$$ОО = 66,1 + (9,6 \times \text{массу тела}) + (1,8 \times \text{рост}) - (4,7 \times \text{возраст в годах}).$$

3. Рассчитывают затраты энергии (Э1) во время занятий в университете, зная, что они составляют 145% от величины основного обмена (учитывают, что время пребывания в университете в среднем 6 часов):

$$Э1 = 145 \times ОО / 100 \times 6 / 24.$$

4. Рассчитывают энерготраты (Э2) во время самоподготовки, они равны 160% от основного обмена, время самоподготовки – 4 часа):

$$Э2 = 160 \times ОО / 100 \times 4 / 24.$$

5. Рассчитывают затраты энергии во время сна (Э3), зная, что продолжительность сна у студентов составляет 8 часов:

$$Э3 = ОО \times 8 / 24.$$

6. Рассчитывают затраты энергии в свободное время (Э4), они составляют 220% от величины основного обмена, свободное время – 6 часов:

$$Э4 = 220 \times ОО / 100 \times 6 / 24.$$

7. Рассчитывают общие затраты энергии за сутки:

$$Э_{\text{общ}} = Э1 + Э2 + Э3 + Э4.$$

8. Результаты расчетов заносят в таблицу 18 и на основании полученных данных делают вывод.

Таблица 18

Суточные энерготраты студента

Виды деятельности студента	Расход энергии

Вопросы для самоподготовки:

1. Что такое основной обмен? Его определение.
2. Как влияет умственная и физическая работа на величину обмена энергии?

Вопросы к теме «Физиология пищеварения»

1. Значение и методы исследования пищеварения. Общая характеристика процесса пищеварения. Функции органов пищеварения. Роль ферментов в пищеварении. Значение трудов И. П. Павлова и его школы в разработке физиологии пищеварения. Методы исследования функции органов пищеварения.
2. Пищеварение в ротовой полости, слюнные железы, состав и свойства слюны, ее значение, реакции слюнных желез на действие различных раздражителей. Регуляция слюноотделения, условные слюноотделительные рефлексy.
3. Пищеварение в желудке. Железы желудка. Методика исследования желудочной секреции. Состав и свойства желудочного сока. Реакция желудочных желез на введение различных пищевых раздражителей. Нервная и гормональная регуляция секреторной функции желудка. Механизмы сложнорефлекторной, желудочной и кишечной фаз секреции. Механизм торможения секреции желудочного сока.
4. Пищеварение в кишечнике:
 - Пищеварение в 12-перстной кишке, состав и свойства поджелудочного сока, реакция поджелудочной железы на введение различной пищи. Регуляция секреции поджелудочного сока.
 - Состав и свойства желчи, ее образование и выделение. Значение желчи в пищеварении. Регуляция желчеобразования, желчевыделения.
 - Состав и свойства кишечного сока, механизм его секреции. Полостное и пристеночное пищеварение.
 - Роль толстых кишок в процессах пищеварения.
 - Всасывание питательных веществ, ворсинки как орган всасывания. Барьерная функция печени, связанная с всасыванием.
5. Моторная функция пищеварительного тракта. Значение двигательной функции, спонтанная активность гладкой мускулатуры стенок пищеварительного тракта. Жевание, глотание, передвижение пищи по пищеводу. Моторная функция желудка, переход пищи из желудка в кишечник. Рвота. Моторная функция тонких и толстых кишок, дефекация.

Профильные вопросы по возрастной анатомии и физиологии

1. Общий план строения органов пищеварения. Строение стенки пищеварительного тракта, ее возрастные особенности в разных отделах.
2. Строение зубов, их количество, смена зубов, профилактика кариеса у детей. Особенности слюноотделения у детей раннего возраста.
3. Возрастные особенности пищеварения в желудке.
4. Особенности всасывательной функции у детей разного возраста.
5. Возрастные особенности моторной функции пищеварительного тракта.

Вопросы к теме

«Обмен веществ и энергии. Питание»

1. Обмен веществ и энергии. Значение обмена веществ, его этапы (анаболизм, катаболизм).
2. Обмен белков. Значение белков в организме. Азотистое равновесие. Биологическая ценность белков, видовая и органная специфичность белков. Обмен белков в организме. Регуляция обмена белков.
3. Обмен углеводов. Значение углеводов, и их превращения в организме. Энергетическая ценность и значимость для организма. Понятие о гипер- и гипогликемии. Депо углеводов. Регуляция обмена углеводов.
4. Обмен липидов. Значение простых и сложных липидов. Относительность видовой специфичности жиров. Жировые депо. Превращения липидов в организме. Регуляция обмена липидов. Обмен фосфатидов и стерина.
5. Витамины, их общая характеристика, роль витаминов в синтезе ферментов и других активных веществ. Физиологическое значение отдельных витаминов. Понятие об авитаминозе, гиповитаминозе, гипервитаминозе.
6. Водно-минеральный обмен. Значение минеральных веществ и воды для организма. Физиологический механизм жажды. Регуляция водно-солевого обмена.
7. Превращения энергии в организме. Исследование энергетического баланса в организме. Прямая и непрямая калориметрия, дыхательный коэффициент. Основной обмен. Зависимость интенсивности обмена веществ от различных физиологических условий. Расход энергии при мышечной работе. Изотермия, ее значение.

Химическая и физическая терморегуляция, регуляция теплообразования и теплоотдачи.

8. Физиологические основы питания. Энергетическая ценность пищевых веществ. Калорийность пищевого рациона. Энергетические нормы питания в зависимости от условий жизни и характера труда человека. Качественная сторона питания, значение разнообразия пищи. Физиологическое обоснование режима питания.

Профильные вопросы по возрастной анатомии и физиологии

1. Изменение с возрастом потребности детского организма в белках.
2. Особенности углеводного и жирового обмена у детей разного возраста.
3. Значение воды и минеральных солей, витаминов для процессов роста и развития детей.
4. Особенности норм и режима питания детей и подростков. Кратность и регулярность приемов пищи.

VII. Физиологические основы здорового образа жизни

Работа № 44. Оценка физического развития человека методом соматометрии

Цель работы:

1. Ознакомиться с методами исследования физического развития человека.
2. Оценить уровень своего физического развития.

Для работы необходимы: ростомер, весы, сантиметровая лента.

Под **физическим развитием** понимают **совокупность морфологических и функциональных признаков**, обеспечивающих выносливость и работоспособность человека. Физическое развитие обусловлено наследственными факторами, но вместе с тем в значительной степени зависит от социально-бытовых условий жизни, степени загрязнения окружающей среды в месте проживания. Физическое развитие является одним из показателей состояния здоровья детей и подростков. Акселерация у современных детей требует систематического изучения уровня физического развития, так как необходимо пересматривать стандарты школьной мебели, спортивного инвентаря, физических нагрузок, педагогических приемов обучения и воспитания.

Физическое развитие подразумевает не только высокий уровень физической силы, мышечной массы, которые определяются ростом и весом. При оценке физического развития необходимо оценивать состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, нейрогуморальной системы регуляции.

Оценку физического развития проводят с использованием следующих методов:

- 1) соматометрии (измерение различных частей тела человека);
- 2) соматоскопии (внешний осмотр тела);
- 3) физиометрии (исследование функциональных показателей).

Метод соматометрии (антропометрии) – с его помощью оцениваются не только абсолютные значения роста, отдельных частей тела, веса, окружности грудной клетки, но и их соответствие возрастным нормам, пропорциональность телосложения, так как с возрастом у детей происходит изменение пропорций тела. Одно из основных требований соматометрии – строгая унификация (единообразие) методов измерения тех или иных показателей развития.

Ход работы:

1. Измерить рост (длину тела) человека стоя с помощью ростомера. Рост – один из основных критериев физического развития. Требования к измерению роста стоя: обследуемый становится на платформу ростомера спиной к вертикальной стойке, касаясь ее пятками, ягодицами и межлопаточной областью, в положении с выпрямленными ногами и подобранным животом. Кисти рук свободно свисают, пальцы выпрямлены и прижаты друг к другу. Ступни находятся в положении «пятки вместе, носки врозь». Подбородок слегка опущен таким образом, чтобы верхний край козелка уха и наружный угол глаза находились на одной горизонтали, параллельной поверхности пола. Измерение нужно проводить утром, так как к вечеру рост ниже на 1–2,0 см. Скользящая планка ростомера опускается до соприкосновения с верхушечной точкой головы и по шкале ростомера определяется рост стоя, в сантиметрах.

2. Измерить рост человека сидя.

Этот показатель позволяет судить о пропорциях тела.

Требования к измерению роста сидя: обследуемый сидит на скамье ростомера (при ее отсутствии – на табурете или специальной подставке, высота которой для детей должна быть равна 25 см, для женщин – 35 см, для мужчин – 40 см) выпрямившись, касаясь стойки ростомера ягодицами и межлопаточной областью. Голова находится в том же положении, что и при измерении роста стоя, ноги согнуты в коленных суставах под прямым углом, руки лежат вдоль бедер, бедра расположены параллельно друг другу. Отсчет ведется от поверхности сиденья до верхней точки головы.

3. Определить массу тела с помощью напольных весов, рассчитать должную (идеальную) величину массы тела по индексу Кетле, нижнюю и верхнюю границы идеальной массы тела. Индекс Кетле в последние годы получил широкое распространение, он рассчитывается по формуле:

$$\text{Индекс Кетле} = \frac{\text{вес (в кг)}}{\text{рост}^2 \text{ (в м)}}$$

- если индекс находится в пределах от 19,5 до 24,9 – расценивается как норма,
- если индекс ниже 19,5 – излишняя худоба,
- если индекс находится в пределах 25–27,9 – избыточный вес,
- индекс 28–30,9 – ожирение 1-й степени,
- индекс 31–35,9 – ожирение 2-й степени,

- индекс 36–40,9 – ожирение 3-й степени
- индекс более 41 – ожирение 4-й степени.

Для определения *нижней границы* идеального веса нужно рост² умножить на индекс 19,5, для определения *верхней границы* – рост² умножается на 24,9.

4. Измерить окружность грудной клетки (ОГК).

Следует помнить, что на окружность грудной клетки большое влияние оказывают форма грудной клетки, жировое отложение, степень развития мускулатуры. Измерение проводят в 3-х фазах:

- при глубоком вдохе
- при глубоком выдохе
- при спокойном дыхании (в паузу).

Требования к измерению окружности грудной клетки:

Сантиметровую ленту проводят сзади под нижними углами лопаток (руки вначале подняты в стороны, а когда лента наложена, их опускают), через подмышечные впадины, впереди у детей и мужчин непосредственно под сосками, а у женщин – на уровне прикрепления 4-х ребер к груди, над грудью, по верхнему ее краю. Лента *не должна провисать* и в то же время *не препятствовать вдоху*, а свободно следовать за движениями грудной клетки. Все три измерения проводят при одном положении ленты (точность измерения – 0,5 см).

При измерении могут быть ошибки:

- во время глубокого вдоха напрягаются широкие мышцы спины, шеи или поднимаются плечи,
- во время глубокого выдоха сгибается спина, и сводятся вперед плечи, в этом случае лента сзади ослабевает и провисает,
- при измерении во время паузы поднимаются плечи, задерживается дыхание, поэтому лучше в этот момент вести разговор с испытуемым.

5. Рассчитать показатель экскурсии грудной клетки.

Это-разница между значениями окружности грудной клетки при максимальном вдохе и выдохе. Среднее значение этого показателя составляет у взрослого человека 6–8 см, у тренированных – 10–12 см, у младших школьников – 3–5 см, у старших – 5–7 см. Уменьшение этого показателя свидетельствует о слабом развитии дыхательных мышц.

6. Рассчитать показатель развития грудной клетки (индекс Эрисмана).

Он вычисляется по формуле: ОГК (в паузе) – 1/2 роста стоя (в см). Средний показатель: у женщин = + 3,3, у мужчин – +5.8.

Увеличение показателя указывает на хорошо развитую грудную клетку, уменьшение – на узкогрудие (слабое развитие). Нужно помнить, что излишнее жировое отложение может создать ложное представление о степени развития грудной клетки.

7. Рассчитать показатель крепости телосложения (ПКТ) (**тип конституции – индекс Пинье**) по формуле:

$$ПКТ = \text{рост (в см)} - [\text{вес (в кг)} + \text{ОГК (на выдохе)}].$$

Оценка результатов:

- 0–10 свидетельствует о крепком телосложении, тип конституции – *гиперстеник*,
- 10–20 – хорошее телосложение,
- 20–25 – среднее телосложение, результат от 10 до 25 – тип конституции – *нормостеник*,
- 25–30 – слабое телосложение, тип конституции – *астеник*,
- больше 35 – очень слабое развитие.

8. Рассчитать показатель пропорциональности физического развития (ППФР):

$$ППФР = \frac{\text{рост стоя} - \text{рост сидя}}{\text{рост сидя}} \times 100\%.$$

Оценка результатов:

- 87–92% свидетельствует о пропорциональном развитии человека,
- меньше 87% – об отставании длины ног по отношению к туловищу,
- больше 92% – об относительно большой длине ног по отношению к туловищу.

9. Данные роста стоя, массы тела, окружности грудной клетки занести в табл. 19.

Таблица 19

Показатели физического развития студента

Показатели	Полученные данные - П	Среднее арифмет. М ± м	Разница М - П	Сигма (δ)	Сигмальные отклонения
1. Рост					
2. Масса					
3. ОГК					

где:

- М – среднее арифметическое значение каждого показателя, вычисленное по группе одного возраста и пола, оно является стандартом.
- м – ошибка средней арифметической, она характеризует достоверность средней величины данного показателя.

- Сигма (δ) – среднее квадратичное отклонение, она характеризует изменчивость признака и служит для определения величины индивидуального отклонения показателя от типичной средней величины для данной возрастно-половой группы. Сигма выражается в тех же единицах, что и показатель. Например, средний рост девушек 18-летнего возраста составляет $165 \pm 2,5$ см, сигма равна 3,5 см, следовательно, рост девушек этого возраста колеблется в пределах от 161,5 см до 168,5 см (табл. 20).
- $M - \Pi$ – разница между полученной величиной и стандартной (M), она может быть с «+» и «-».
- Сигмальное отклонение получают путем деления разницы ($M - \Pi$) на δ , его величина будет иметь такой же знак (+ или -), как и разница.

10. По величинам сигмальных отклонений построить график «Профиль физического развития» (рис. 28) и оценить уровень своего физического развития.

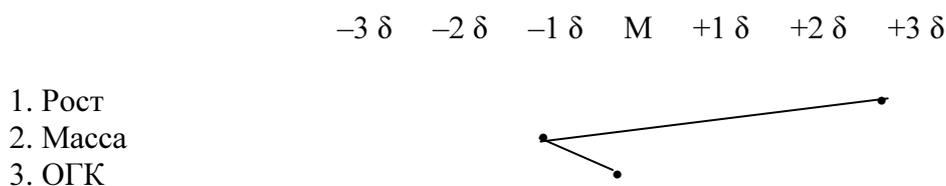


Рис. 28. Профиль физического развития

Оценка результатов:

Различают «среднее физическое развитие», «выше или ниже среднего», «высокое (хорошее)», «низкое (слабое)».

- если сигмальное отклонение находится в пределах от -1 δ до +1 δ – физическое развитие считается «средним»;
- если сигмальное отклонение находится в пределах $\pm 2 \delta$ – физическое развитие считается «выше среднего» или «ниже среднего»;
- если сигмальное отклонение находится в пределах $\pm 3 \delta$ – физическое развитие считается «высоким (хорошим)» или «низким (слабым)».

Например, по графику видно, что физическое развитие по массе тела и ОГК можно считать «средним», а рост «выше среднего», следовательно, масса тела и ОГК не соответствуют росту.

11. Результаты, полученные расчетным методом, записать в отчет, сделать выводы.

Таблица 20

Стандарты физического развития студентов ТГПУ

Пол	Возраст	М	Рост	Масса	ОГК	ЖЕЛ	Сила пр. кисти	Сила лев. кисти
Девушки	Биолого-химический факультет							
	18	М	166	60	78	3,1	36	31
		δ	2,5	0,5	0,6	0,2	2,6	2,21
	19	М	167	62	80	3	32	30
		δ	1,9	3,6	3,2	0,17	3,6	2,7
20	М	167	62	82	3	35	31	
	δ	2,1	5,4	5,3	0,2	1,5	2,8	
21-22	М	167	63	85	3,1	40	36	
	δ	3,2	6,3	1,5	0,4	6,2	1,0	
Юноши	19	М	172	68	94	4,8	55	51
		δ	2,8	2,2	3,0	0,5	1,0	5,0
	20-24	М	175	70	96	4,5	62	53
		δ	2,0	5,0	4,0	1,0	8,1	0,8
Девушки	Физико-математический факультет							
	17	М	163	59	82	3,1	28	31
		δ	3,3	4,8	4,7	0,45	4,3	4,1
	18	М	164	59	83	3,1	29	33
		δ	3,6	2,9	2,6	0,19	3,2	1,7
19-22	М	164	60	85	3,2	30	36	
	δ	2,4	3,7	1,7	0,37	3,2	2,3	
Юноши	17	М	178	72	90	4,5	48	45
		δ	2,4	7,6	3,6	0,67	1,4	4,5
	18-20	М	178	75	96	4,0	54	53
		δ	4,0	11,2	1,5	0,5	2,0	2,1
Девушки	Факультет иностранных языков							
	17	М	164	52	84	2,9	28	25
		δ	2,3	4,1	3,8	0,85	3,9	4,1
	18	М	166	56	85	3,0	30	25
		δ	3,5	3,6	3,5	0,38	2,8	2,2
	19	М	164	55	86	3,1	31	26
δ		3,3	4,4	3,2	0,14	3,0	3,5	
20	М	158	52	88	2,7	31	25	
	δ	0,2	3,4	1,9	0,24	4,3	1,4	
Юноши	17	М	180	68	96	4,2	52	50
		δ	2,8	2,1	1,8	0,08	2,9	4,9
	18	М	177	69	99	4,1	51	50
		δ	1,4	3,3	1,2	1,1	0,2	2,4
	19-20	М	182	78	98	4,9	60	59
		δ	4,2	5,8	6,6	0,34	1,2	2,0
	21-22	М	176	78	104	4,3	60	55
		δ	1,4	5,1	3,3	0,2	0,2	2,4

Пол	Возраст	М	Рост	Масса	ОГК	ЖЕЛ	Сила пр. кисти	Сила лев. кисти
Девушки	Филологический факультет							
	17	М	164	58	86	3,0	27	24
		δ	2,8	3,5	4,1	0,51	3,2	2,4
	18	М	164	58	86	3,2	28	25
δ		3,0	3,6	5,1	0,36	3,7	3,7	
19-20	М	168	63	83	3,1	32	28	
	δ	3,4	3,4	3,3	0,55	3,7	2,6	
Юноши	18	М	176	67	88	4,4	54	50
		δ	1,5	0,5	0,5	0,7	0,5	1,0
Девушки	Психолого-педагогический факультет							
	17	М	165	53	80	2,8	27	25
		δ	3,2	5,0	2,8	0,03	2,6	2,9
	18	М	165	54	82	3,0	30	25
δ		1,7	3,4	3,0	0,26	3,4	2,2	
19	М	166	58	83	3,3	32	31	
	δ	0,5	2,8	2,5	0,1	0,1	1,8	

Работа № 45. Оценка физического развития методом соматоскопии

Цель работы: освоить методику определения основных соматоскопических показателей.

Для работы необходимо: сантиметровая лента, лист бумаги, краска, карандаш, линейка.

Соматоскопия – наружный осмотр тела. Этот метод позволяет оценить:

- 1) особенности телосложения (конституцию), его пропорциональность, развитие скелетной мускулатуры, степень жировотложения;
- 2) вид осанки;
- 3) форму грудной клетки;
- 4) форму ног;
- 5) состояние стопы.

Ход работы:

1. Провести наружный осмотр тела и, сопоставив данные осмотра с индексом Пинье (работа № 44), определить тип конституции.

Конституция учитывает развитие костного аппарата, мускулатуры, жировотложения, степень полового созревания. Различают 3 типа телосложения:

- **Нормостеники** – люди, имеющие среднее развитие костно-мышечной системы, умеренное жировотложение.

- *Гиперстеники* – люди, имеющие небольшой рост, широкий костяк, относительно длинное туловище, короткие конечности, хорошую упитанность, преобладание живота над грудной клеткой. Характерным представителем является Санчо-Панса из произведения «Дон Кихот».
- *Астеники* – люди, имеющие большую длину тела, относительно длинные, по сравнению с туловищем, конечности, узкую грудную клетку, слабое развитие мышц и жира. Характерным представителем является Дон Кихот.

У гиперстеников – сердце относительно большое, расположено поперечно (горизонтально) вследствие высоко стоящей диафрагмы. Легкие – короткие. Желудок большого размера, имеет почти поперечное и высокое расположение, петли тонкой кишки расположены преимущественно горизонтально, печень, поджелудочная железа, селезенка, почки большей величины, чем у нормостеников.

У астеников – все органы расположены ниже, как бы опущены, их размер меньше, чем у гиперстеников, за исключением легких – они длиннее, так как диафрагма расположена ниже, сердце занимает почти вертикальное положение.

Таким образом, по внешнему строению тела можно представить и особенности внутреннего строения.

2. *Оценить степень развития скелетной мускулатуры. Она проводится путем осмотра и ощупывания мышц в состоянии покоя и напряжения.*

- *Слабое развитие мускулатуры* – отсутствие мышечного рельефа, пониженный объем и тонус мышц.
- *Среднее развитие* – средний объем и тонус мышц, но без хорошо выраженного мышечного рельефа.
- *Хорошее развитие* – большой объем мышц, хороший тонус, четкий мышечный рельеф.

3. *Оценить степень жировотложения.*

Она определяется путем осмотра и прощупывания пальцами толщины жировой складки на разных частях тела.

- *Малое жировотложение* – при наружном осмотре тела человека, стоящего с опущенными руками, четко видны кости верхнего плечевого пояса и ребра.
- *Умеренное жировотложение* – конфигурация ребер видна только при поднятых руках.

- *Повышенное жировотложение* – даже при поднятых руках не видны ребра, ключицы и лопатки.

Для общего суждения степени упитанности определяют толщину кожной складки под нижним углом лопатки или на животе (в положении стоя). Для этого захватывают двумя пальцами кожу (расстояние между пальцами – 5 см) и, оттянув ее, измеряют толщину образовавшейся двойной складки. Она состоит из кожи и подкожной жировой клетчатки.

- *Малое жировотложение* – толщина жировой складки меньше 1 см.
- *Умеренное жировотложение* – толщина до 2 см.
- *Повышенное жировотложение* – толщина более 3 см.

4. Определить вид осанки.

Осанка – привычная поза непринужденно стоящего человека. Формируется осанка с детского возраста, зависит от гармоничности развития костной системы, связочно-суставного и нервно-мышечного аппаратов и заканчивается ее формирование к 17–18 годам.

С **морфологической точки зрения** осанка определяется: во-первых, положением головы, формой позвоночного столба и грудной клетки, углом наклона таза, состоянием верхнего плечевого пояса, верхних и нижних конечностей; во-вторых, качеством работы мышц, участвующих в сохранении равновесия.

С **физиологической точки зрения** осанку можно рассматривать как **динамический стереотип**, который вырабатывается в процессе индивидуального развития и воспитания. Формируется осанка по механизму образования условных рефлексов с 1-го года жизни, когда ребенок начинает стоять, ходить. Для **нормальной** (физиологической) **осанки характерно**: подтянутость, прямое положение головы по отношению к вертикальной оси позвоночника, симметричное расположение плеч, лопаток, гребней подвздошных костей таза, подобранность живота. При нормальной осанке ноги разогнуты в тазобедренных и коленных суставах.

Нарушения осанки у детей чаще всего связаны с функциональной недостаточностью мышц и связок, а возникают они при нарушении гигиенических требований к одежде, обуви, школьному оборудованию. **Нарушению осанки способствуют** :

- раннее усаживание грудного ребенка и обкладывание его подушками;
- постоянное удерживание ребенка за ручку при ходьбе;

- неправильная поза при чтении, рисовании, письме в дошкольном учреждении, школе, дома;
- одностороннее ношение тяжестей (портфеля, сумки);

Нарушение осанки негативно сказывается на развитии и деятельности всех систем организма, но особенно страдают сердечно-сосудистая и дыхательная системы.

Нарушения осанки проявляются в увеличении или уменьшении естественных изгибов позвоночника, в отклонении от правильного положения плечевого пояса, туловища, головы, в боковых искривлениях позвоночника. Различают следующие виды нарушений осанки:

- **Кифотическая осанка** (сутулость, круглая спина) характеризуется увеличением грудного кифоза, уменьшением поясничного лордоза. При незначительном усилении кифоза в верхней части грудного отдела позвоночника формируется сутуловатая осанка с некоторым наклоном головы вперед. Дальнейшее усиление грудного кифоза приводит к формированию круглой спины. У человека с такой осанкой дугообразная спина, наклоненная кпереди и книзу голова, опущенные плечи, крыловидные лопатки (как бы отходят от позвоночника), выпяченный живот, уплощенные ягодицы, слегка согнутые в коленях ноги. При круглой спине связки и мышцы передней части туловища укорочены, а спины – растянуты, их сила уменьшена, не происходит максимального разгибания позвоночника. Эти изменения приводят к опусканию грудной клетки, ограничению движений в плечевом поясе, что неблагоприятно сказывается на экскурсии грудной клетки, глубине вдоха, ЖЕЛ, работе сердца, органов желудочно-кишечного тракта. Дети с круглой спиной, в отличие от сутуловатой осанки, не могут поднять руки вверх до отказа. Чаще всего это нарушение осанки формируется при продолжительном сидении в согнутом положении, когда размеры стола и стула (парты) не соответствуют пропорциям тела и ростовым показателям детей.
- **Лордотическая осанка** характеризуется усилением поясничного лордоза. При значительном усилении поясничного лордоза формируется седлообразная спина, поясничная область сильно прогнута вперед, ягодицы и живот выпячены, брюшная стенка вялая, растянута, что нередко является причиной опущения органов брюшной полости.

- **Выпрямленная осанка** (плоская спина) характеризуется уменьшением всех физиологических изгибов (они сглажены). При этом виде осанки у детей узкая грудная клетка, ослаблены мышцы спины, снижена упругость позвоночника, крыло-видные лопатки, живот втянут. Чаще всего наблюдается у детей с астеническим типом конституции. Наблюдается снижение выносливости к статическим нагрузкам, дети с такой осанкой предрасположены к боковым искривлениям позвоночника.
- **Сколиотическая осанка** характеризуется боковым искривлением позвоночника в грудном, поясничном или обоих отделах. Такая осанка встречается у школьников чаще, чем другие нарушения. В 95% случаев сколиотическая осанка является приобретенной, в 5% – врожденной. Сколиозы сопровождаются асимметричным расположением уровней плеч, лопаток, подвздошных костей таза, асимметрией треугольников талии (просветы в виде щели между внутренней поверхностью опущенных рук и туловищем). Например, при правостороннем сколиозе опущено левое плечо, левая лопатка неплотно прилегает к грудной клетке, ее нижний конец лежит ближе к остистым отросткам позвоночника, линия остистых отростков отклонена вправо, уменьшен треугольник талии на правой стороне.

5. Определить форму грудной клетки и сопоставить с показателем развития, вычисленным по формуле (индекс Эрисмана)

Ее величина зависит от степени развития скелетной мускулатуры и легких, в определенной мере связана с профессией человека. Различают следующие формы грудной клетки:

- Конусообразная,
- Цилиндрическая,
- Плоская,
- «Куриная» грудь,
- Воронкообразная с ямкой в нижней части грудины.
- Бочкообразная.

Конусообразная форма грудной клетки с широким основанием внизу и суженной частью вверху наблюдается у людей с хорошо развитой мускулатурой и легкими. Она широкая, короткая, ее передняя линия овальная с выпуклостью в нижней части, ребра имеют малый наклон.

Плоская грудная клетка наблюдается у людей со слабо развитой мускулатурой и легкими. Она узкая, длинная, уплощенная в передне-заднем направлении, передняя стенка грудной клетки стоит почти вертикально, ребра имеют сильный наклон.

Цилиндрическая грудная клетка занимает промежуточное положение между конической и плоской, она выглядит равномерно развитой в верхнем и нижнем отделах, ребра имеют средний наклон, передняя стенка чуть овальная.

Эти три вида грудной клетки считаются вариантами нормы. «Куриная» грудь, воронкообразная и бочкообразная считаются патологическими формами.

«Куриная» грудь имеет сильно выступающий вперед верхний край грудины в виде кия птицы, преобладающий переднезадний размер. Чаще всего наблюдается у детей, перенесших рахит.

Воронкообразная грудь или грудь сапожника имеет ямку в нижней части грудины. Сапожники, сидя на низкой табуретке, использовали свою грудь в качестве опоры.

Бочкообразная грудь наблюдается у людей, чья профессия связана с выдуванием воздуха: у стеклодувов, у трубачей. Вследствие постоянного раздувания при усиленном вдохе грудь становится широкой и выпуклой, как бочка.

6. Определить форму ног.

Различают *прямые, X-образные и O-образные ноги* (рис. 29). Для правильной оценки формы ног необходимо следить за тем, чтобы обследуемый стоял свободно с сомкнутыми носками и пятками.

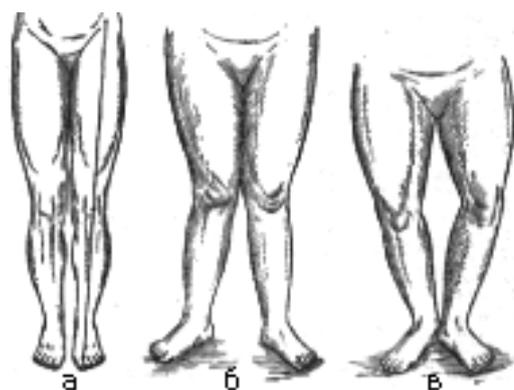


Рис. 29. Форма ног

а: прямые ноги, б: X-образные ноги, в: O-образные ноги

При **прямой форме** ног в положении стойки «смирно» происходит касание бедер, коленей, голеней и пяток.

При **X-образной форме** ног при сомкнутых коленях не сходятся пятки.

При **O-образной** форме ног при сомкнутых пятках нет точек соприкосновения в коленях и голени, это результат искривления оси бедер и голени.

7. *Оценить форму стопы (по методу Яралова-Яроленда).*

У человека в связи с прямохождением кости стопы, соединяясь между собой, образуют свод, выпуклый кверху, вогнутый снизу. Мощная система связок и мышц обеспечивает сохранение формы свода. В норме свод опирается на пяточную кость и головки плюсневых костей. Различают *нормальную, уплощенную и плоскую стопу* (рис. 30, 31). У нормальной стопы опорная поверхность занимает не более 1/3 поперечника стопы. Самой распространенной формой деформацией стопы является плоскостопие, но иногда встречаются и другие формы деформации: *полая стопа* (увеличенный свод, в средней части стопа не соприкасается с полом), *конская стопа* (когда стопа находится в положении подошвенного сгибания и человек наступает только на пальцы).

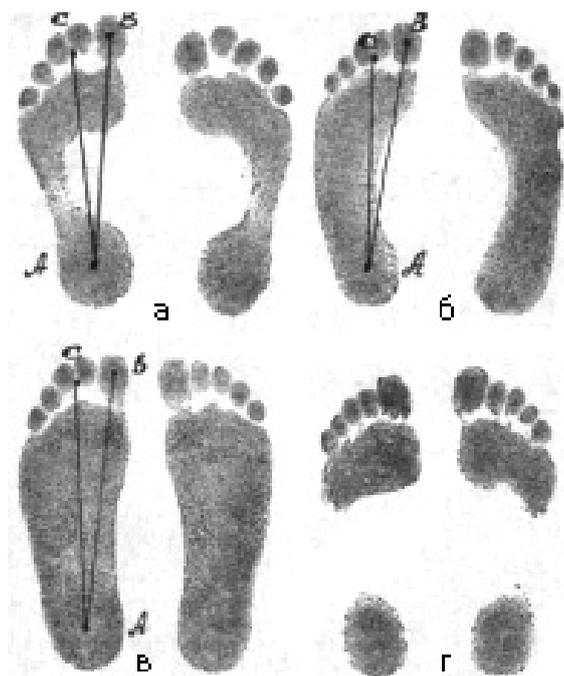


Рис. 30. Отпечатки стоп:

а – нормальная стопа, б – уплощенная стопа, в – плоская стопа, г – полая стопа

Для оценки состояния стопы сделать отпечатки обеих стоп: сесть на стул, положить перед собой 2 листа белой бумаги, внутреннюю

поверхность стопы смочить слабым раствором синьки, затем одновременно обеими ногами встать на листы бумаги.

На отпечатке стопы (рис. 30) поставить *три точки*: точка А – по середине отпечатка пятки, точка В – по середине отпечатка большого пальца, точка С – в межфаланговом промежутке между вторым и третьим пальцами. Соединить точки В и С прямыми линиями с точкой А.



Рис.31. Отпечаток свода нормальной стопы.

Стопа считается **нормальной**, если внутренний отпечаток стопы не доходит до линии АС или находится на ней.

Стопа считается **уплощенной**, если внутренний отпечаток стопы находится между линиями АВ и АС (рис. 30).

Стопа считается **плоской**, если внутренний отпечаток уходит за линию АВ (см. рис.30).

8. Сделать выводы.

Работа 46. Организация учебной работы в школе.

Гигиеническая оценка расписания уроков

Цель работы: приобрести навыки составления расписания уроков в школе в соответствии с требованиями школьной гигиены.

Для работы необходимы: расписание уроков различных классов школ на одну неделю.

Правильно составленное расписание уроков способствует сохранению работоспособности учеников на протяжении учебного дня, недели, четверти и учебного года, а также сохранению их здоровья.

При составлении расписания уроков учитывают дневную и недельную динамику работоспособности школьников, трудность предметов. На часы и дни с высокой работоспособностью необходимо ставить сложные предметы, требующие больших умственных усилий, а на часы и дни со сниженной работоспособностью – предметы средней трудности и легкие.

При составлении расписания рекомендуется пользоваться таблицей И. Г. Сивкова, в которой трудность предметов оценена в баллах (табл. 21). В качестве основы классификации сложности предметов использованы изменения функционального состояния ЦНС в процессе учебной деятельности, выраженность признаков развивающегося утомления после того или иного урока. В связи с этим рекомендуется максимальная нагрузка в течение недели (табл. 22).

Таблица 21

Бальная оценка степени трудности предмета

Предмет	Количество баллов
Математика	11
Иностранный язык	10
Физика, химия	9
История	8
Русский язык, литература	7
Естествознание, география	6
Физкультура	5
Труд	4
Черчение	3
Рисование	2
Пение	1

Таблица 22

**Максимальная величина образовательной нагрузки
с учетом факультативных часов**

Классы	Максимально допустимая недельная нагрузка в часах	
	При 6-дневной неделе	При 5-дневной неделе
1	-	20
2-4	25	22
5	31	28
6	32	29
7	34	31
8-9	35	32
10-11	36	33

В расписании уроков для учащихся I ступени (начальные классы) более сложные предметы должны проводиться на 2-3 уроках, а для учеников II (5-8 классов) и III (9-11 классы) ступени – на 2, 3, 4 уроках. Учебную нагрузку в течение недели рекомендуется распределять таким образом, чтобы наибольший ее объем по сумме баллов за день приходился для учащихся 9–11 классов на вторник и (или) среду, для учащихся 5–8 классов – на вторник и четверг, а среда для них должна быть несколько облегченным днем. На эти дни в расписание уроков включа-

ются наиболее трудные предметы или средние и легкие по трудности, но в большем количестве, чем в остальные дни недели. Самостоятельные и контрольные работы следует проводить на 2–4 уроках в середине учебной недели. Предметы, требующие больших затрат времени на домашнюю подготовку не следует группировать в один день.

Ход работы:

1. Записывают в тетради расписание уроков, проставляют на каждый день степень трудности предметов и подсчитывают общее количество баллов за день.

Класс _____ Школа _____

Расписание уроков на неделю
Понедельник – Среда – Пятница

1. _____	1. _____	1. _____
2. _____	2. _____	2. _____
3. _____	3. _____	3. _____
4. _____	4. _____	4. _____
5. _____	5. _____	5. _____
6. _____	6. _____	6. _____

Сумма баллов за день

Вторник – Четверг – Суббота

1. _____	1. _____	1. _____
2. _____	2. _____	2. _____
3. _____	3. _____	3. _____
4. _____	4. _____	4. _____
5. _____	5. _____	5. _____
6. _____	6. _____	6. _____

2. Сопоставляют количество уроков в день и количество часов в неделю в данном расписании уроков с требованиями, предъявляемым к режиму образовательного процесса.
3. Строят график учебной нагрузки по трудности предметов на каждый день недели. На графике проставляют суммарное количество баллов на каждый день недели. Делают вывод о соответствии расписания уроков санитарно-гигиеническим требованиям.
4. При несоответствии расписания уроков требованиям составить собственное расписание на основе предложенного и подтвердить его правильность графиком недельной нагрузки.

График недельной нагрузки по трудности предметов

Трудность уроков в баллах	11						
	10						
	9						
	8						
	7						
	6						
	5						
	4						
	3						
	2						
	1						
		пн	вт	ср	чт	пт	сб
		Дни недели					

Вопросы для самоподготовки:

1. Что понимают под работоспособностью учащихся? Фазы изменения работоспособности.
2. Сколько часов в неделю могут заниматься ученики различных классов?
3. Как меняется работоспособность учащихся в течение учебного дня и учебной недели?

Работа 47. Размещение школьной мебели и рассаживание учащихся в классе

Цель работы: расставить в классе школьную мебель и рассадить учащихся в соответствии с ростом и состоянием здоровья.

Для работы необходимы: списки учеников различных классов с указанием роста и состояния здоровья, линейка Никитина-Флерова.

Школьное оборудование должно соответствовать росту и пропорциям тела учащихся, способствовать нормальному физическому развитию, обеспечивать правильную посадку. Введена нумерация школьной мебели для 6 ростовых групп учащихся (табл. 23).

Расстановка столов в учебном помещении, как правило, 3-х рядная, но возможна и двухрядная. Парты (столы) устанавливаются в учебном помещении по номерам: меньших размеров – ближе к доске, больших – дальше. Для каждого кабинета требуются столы 2–3-х номеров.

Парты (столы) размещаются вдоль классы таким образом, чтобы дневной свет падал на рабочую поверхность с левой стороны. Третий ряд располагается вдоль внутренней стены и должен находиться на расстоянии не более 6 м от окон, чтобы учащиеся не испытывали дефицита света.

**Размеры мебели и ее маркировка по ГОСТам
«Столы ученические» и «Стулья ученические»**

Номера мебели	Группа роста (в см)	Высота над полом крышки края стола, обращенного к ученику, (в см)	Цвет маркировки	Высота над полом переднего края сиденья (в см)
1	100-115	46	Оранжевый	26
2	115-130	52	Фиолетовый	30
3	130-145	58	Желтый	34
4	145-160	64	Красный	38
5	160-175	70	Зеленый	42
6	Свыше 175	76	Голубой	46

Шкафы для хранения демонстрационного материала (таблицы, приборы, муляжи и т.д.) располагаются вдоль задней стены класса или около внутренней продольной стены. Цветы размещают в специальных цветочных кашпо в простенках окон или у стены, противоположной от света.

Учащиеся должны сидеть за партой или столом в соответствии с их ростом и состоянием здоровья. Учащиеся с нарушением зрения (близорукость) и слуха (снижение остроты слуха), должны сидеть за первыми столами, независимо от номера мебели. Столы больших размеров для этих детей ставят в первом и третьем рядах, но они не должны заслонять классную доску, сидящим сзади учащимся меньшего роста. Детей, часто болеющих простудными заболеваниями, следует рассаживать дальше от наружной стены.

Ход работы:

1. Записывают в тетрадь предложенный список учащихся.
2. Чертят план класса согласно стандартной площади учебной комнаты (50 м²), где ширина не менее 6 м, а длина – не более 8 м. Отмечают окна и дверь. Форма классной комнаты может быть квадратной, но она чаще всего прямоугольная.
3. Размещают на плане школьное оборудование (столы, шкафы, классную доску, цветы) с учетом размеров оборудования и гигиенических норм расстановки. Длина 2-х местного стола – 120 см, ширина стола со стулом – 100 см.
4. На плане отмечают расстояния:
 - от наружной стены до ряда столов (60–70 см),
 - между рядами столов (60–70 см),
 - от внутренней стены до ряда столов (50-70 см),
 - от доски до первого стола (2,4–2,7 м) и последнего стола (не более 8 м),
 - от задней стены до последнего стола (70 см).

5. Согласно списку подбирают для каждого ученика соответствующую парту и указывают номер или цветовую маркировку, учитывая состояние здоровья.
6. Делают вывод.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что относится к школьному оборудованию?
2. Маркировка школьной мебели.
3. Для чего используется линейка Никитина-Флерова?
4. Гигиенические требования к ученическим партам (столам и стульям).
5. Как может повлиять школьная мебель на физическое развитие и здоровье учащихся?

Вопросы к теме «Физиологические основы здорового образа жизни».

Профильные вопросы по возрастной анатомии и физиологии

1. Что такое здоровье?
2. Что такое образ жизни?
3. Что такое здоровый образ жизни?
4. Что понимают под физическим развитием?
5. Какие показатели физического развития относят к соматометрическим, физиометрическим и соматоскопическим?
6. Работоспособность учащихся, ее фазы, динамика в течение дня, недели.
7. Какие требования предъявляются к режиму образовательного процесса?
8. Какие требования предъявляются к составлению расписания уроков в школе?
9. Какие требования предъявляются к кабинетам: биологии, химии, физики, информатики и вычислительной техники?
10. Каким требованиям должна удовлетворять школьная мебель, ее параметры.
11. Какие типы деформации скелета наблюдаются при несоответствии школьной мебели росту учащихся, при неправильной посадке за столом?
12. Как правильно расставить школьную мебель в классе (кабинете)?
13. Требования к рассаживанию учащихся в классе.
14. Требования к школьному инструментарию в мастерских, к организации труда школьников.

**Рекомендуемая литература
по курсу «Физиология человека и животных»**

1. Грацианова, А. Д. Краткий курс лекций по физиологии человека. «Физиология крови, лимфа», «Обмен веществ и энергии, терморегуляция», «Физиология кровообращения» : учеб. пособие / А. Д. Грацианова, М. Л. Седокова. – Томск : ТГПУ, 2003. – 91 с.
2. Казионова, Л. Ф. Физиология человека и животных. «Высшая нервная деятельность и сенсорные системы» : практикум / Л.Ф. Казионова [и др.] ; под ред. С. В. Низкодубовой. – Томск : Центр учеб.-метод. лит-ры ТГПУ, 2005. – 76 с.
3. Казионова, Л. Ф. Физиология человека и животных. Раздел «Физиология крови» : лаб. практикум для студентов ЕФ и ФНК / Л. Ф.Казионова ; под ред. С. В. Низкодубовой. – Томск : ТГПУ, 2000. – 25 с.
4. Низкодубова, С. В. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем : учеб. пособие / С. В. Низкодубова, Н. С. Хоч. – Томск, 2004. – 169 с.
5. Физиология человека / под ред. Г. И. Косицкого. – 3-е изд, перераб. и доп. – М. : Медицина, 1985. – 444 с.
6. Основы физиологии человека : учеб. для вузов / Н. А. Агаджанян, И. Г. Власова и др.; под ред. Н. А. Агаджаняна. – 2-е изд. - М. : Изд-во Российского ун-та дружбы народов, – 2001. – 409 с.
7. Общий курс физиологии человека и животных: в 2 кн. Кн. 1. Физиология нервной, мышечной и сенсорных систем : учеб. для биол. и медич. спец. вузов / А. Д. Ноздрачев [и др.] ; под ред. проф. А. Д. Ноздрачева. – М. : Высшая школа, 1991. – 512 с.
8. Общий курс физиологии человека и животных : в 2 кн. Кн. 2. Физиология висцеральных систем : учеб. для биол. и медич. спец. вузов: /А. Д. Ноздрачев, И. А. Баранникова, А. С. Батуева [и др.] ; под ред. проф. А. Д. Ноздрачева. – М. : Высшая школа, 1991. – 528 с.
9. Начала физиологии : учеб. для вузов / А. Д. Ноздрачев [и др.] ; под ред. проф. А. Д. Ноздрачева. – СПб. : Лань, 2001. – 1088 с.
10. Физиологии человека : учебник для вузов / Ассоциация преподавателей физиологии вузов ; Международный фонд истории науки ; под ред. В. И.Ткаченко. – СПб., 1996. – 432 с.

**Рекомендуемая литература
по курсу «Возрастная анатомия и физиология»**

а) основная литература

1. Казионова, Л. Ф. Возрастная анатомия, физиология и гигиена : метод. реком. / Казионова Л. Ф. [и др.] ; под ред. С. В. Низкодубовой. – Томск : Центр учеб.-метод. лит-ры ТГПУ, 2004. – 16 с.
2. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков : учеб.-метод. пособие для студентов небиологических факультетов / М. Л. Седокова, С. А. Легостин. – Томск : ТПУ, 1999. – 84 с.
3. Седокова, М. Л. Возрастная анатомия, физиология и гигиена: методические указания / М. Л. Седокова. – Томск : ТГПУ, 2002. – 93 с.
4. Седокова, М. Л. Возрастная анатомия, физиология и гигиена: учебное пособие / М. Л. Седокова. – Томск : ТГПУ, 2002. – 139 с.
5. Хрипкова, А. Г. Возрастная физиология и школьная гигиена: пособие для студентов пединститутов / А. Г. Хрипкова, М. В. Антропова, Д. А. Фарбер – М. : Просвещение, 1990. – 319 с.

б) дополнительная литература

1. Бугаев, К. Е. Возрастная физиология : учебное пособие / Бугаев К. Е., Маркусенко Н. Н. – Ростов-на-Дону, 1975. – 115 с.
2. Безруких, М. М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) : учебное пособие / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер – М. : Academia, 2003. – 416 с.
3. Гарштейн, Р. С. Возрастная физиология и школьная гигиена : учебное пособие для пед. ин-тов / Р. С. Гарштейн. – Иваново, 1974. – 225 с.
4. Ермолаев, Ю. А. Возрастная физиология: учебное пособие для студентов пед. вузов / Ю. А. Ермолаев. – М. : Высшая школа, 1985. – 384 с.
5. Леонтьева, Н. Н. Анатомия и физиология детского организма (основы учения о клетке и развитии организма, нервная система, опорно-двигательный аппарат): учеб. для вузов / Н. Н. Леонтьева, К. В. Маринова – М. : Просвещение, 1986. – 287 с.
6. Леонтьева, Н. Н. Анатомия и физиология детского организма (внутренние органы) : учеб. для вузов / Н. Н. Леонтьева, К. В. Маринова. – М. : Просвещение, 1986. – 246 с.

7. Любимова, З. В. Возрастная физиология : учеб. для высших учеб. заведений / З.В.Любимова [и др.] – М. : ВЛАДОС, 2003. Ч. 1. – 304 с.
8. Обреимова, Н. И. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков : учебное пособие для студ. дефектол. факультетов высш. пед. учеб. заведений / Н. И. Обреимова, А. С. Петрухин. –М. : Академия, 2000. – 376 с.

Учебное издание

*Лариса Федоровна Казимова
Марина Львовна Седокова
Светлана Васильевна Низкодубова*

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ.
ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

Учебно-методическое пособие

*Технический редактор: Г. В. Белозёрова
Ответственный за выпуск: Л. В. Домбраускайте*

Печать: трафаретная
Бумага: офсетная
Усл. печ. л.: 7,90
Уч. изд. л.: 5,55

Сдано в печать: 05.12.2008
Формат: 60×84/16
Заказ: 606/у
Тираж: 1000 экз.

Издательство Томского государственного педагогического университета
634041, г. Томск, пр. Комсомольский, 75
Отпечатано в типографии Издательства ТГПУ,
г. Томск, ул. Герцена, 49. Тел. (3822) 52-12-93
e-mail: tipograf@tspu.edu.ru