Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 22.10.2026 09:56:07
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e578551a8999b1190892af53989420420336ffbf573a434e57789

	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»
	ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА **Рабочая программа дисциплины**

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»
_____И.А. Трофимцова
«25» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
«ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ»

Направление подготовки
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
(с двумя профилями подготовки)

Профиль
«БИОЛОГИЯ»

Профиль
«ХИМИЯ»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Принята на заседании кафедры
биологии и методики обучения биологии
(протокол № 8 от «25» мая 2022 г.)

Благовещенск 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 3

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ 4

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) 5

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 10

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 12

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА 80

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ 88

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ 94

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ 95

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА 95

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ 97

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: формирование систематизированных знаний в области физиологии человека и животных.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Физиология человека и животных» относится к дисциплинам обязательной части предметно-методического модуля по профилю «Биология» блока Б1 (Б1.О.07.06).

Дисциплина «Физиология человека и животных» основывается на материале дисциплин анатомо-морфологического цикла: «Цитология», «Гистология с основами эмбриологии», «Анатомия и морфология человека», является их логическим развитием и завершением. Материал дисциплины «Физиология человека и животных» используется при изучении общей экологии, генетики, теории эволюции.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ОПК-8, ПК-2:

- ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний, **индикатором** достижения которой является:

- ОПК-8.3 Демонстрирует специальные научные знания, в том числе в предметной области.

- ПК-2. Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования; **индикатором** достижения которой является:

- ПК-2.1 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов биологии (ботаники, зоологии, микробиологии, генетики, биологии развития, анатомии человека, физиологии растений и животных, общей экологии, теории эволюции) для решения теоретических и практических задач.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- знать:

- основные понятия и анатомические термины;

- структурно-функциональную организацию тела человека, деление на отделы, аппараты, органы, вплоть до элементарных структурно функциональных единиц органов, включая их микроскопическую и ультрамикроскопическую организацию, с учётом возрастных, половых и индивидуальных особенностей;

- основные отличия организма человека, от других человекообразных приматов, причины формирования этих отличий;

- современные методы физиологических исследований;

- уметь:

- применять научные знания из области физиологии человека и животных в учебной и профессиональной деятельности;

- преподавать физиологию человека или ее разделы в рамках общего образования в соответствии с требованиями государственного стандарта;

- владеть:

- методами физиологических исследований;

- методами и техникой использования физиологической наглядности в преподавании физиологии человека и животных.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Физиология человека и животных» составляет 6 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (216 часов):

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 5	Семестр 6

Общая трудоемкость	180	72	108
Контактная работа	84	42	42
Лекции	30	14	16
Лабораторные занятия	54	28	26
Самостоятельная работа	60	30	30
Вид итогового контроля	36	зачёт	экзамен

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

2.1 Очная форма обучения

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
Часть 1 (семестр 5)					
1.	Введение в физиологию.	5	1		4
2.	Физиология возбудимых образований.	18	4	6	8
3.	Физиология нервной системы.	18	4	8	6
4.	Физиология ВНД и анализаторов.	19	3	10	6
5.	Физиология двигательного аппарата.	12	2	4	6
Часть 2 (семестр 6)					
6.	Физиология эндокринной системы.	5	1		4
7.	Физиология системы крови.	11	4	2	5
8.	Физиология кровообращения.	17	4	8	5
9.	Физиология дыхания.	10	2	4	4
10.	Физиология пищеварения.	10	2	4	4
11.	Обмен веществ и энергии. Терморегуляция.	10	2	4	4
12.	Физиология выделения.	9	1	4	4
	экзамен	36			
ИТОГО		**180**	**30**	**54**	**60**

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Темы 1-12: Введение в физиологию. Физиология возбудимых образований. Физиология нервной системы. Физиология ВНД и анализаторов. Физиология двигательного аппарата. Физиология эндокринной системы. Физиология системы крови. Физиология кровообращения. Физиология дыхания. Физиология пищеварения. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция. Физиология выделения.	ЛК	Лекция-дискуссия	30
2.	Физиология возбудимых образований	ЛБ	Защита докладов	6
ИТОГО		36/72=50 %		

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

Тема 1. Введение в физиологию человека. Предмет, методы, значение физиологии, ее связь с другими науками. Понятие о физиологических функциях, нервно-гуморальных механизмах регуляции, гомеостазе, механизмах обеспечения целостности многоклеточных организмов. Понятие о принципе саморегуляции параметров гомеостаза и организме как открытой биологической системе.

Тема 2. Физиология возбудимых образований. Понятие о раздражимости, возбудимости, возбуждении, торможении, возбудимых и невозбудимых тканях, специфических и неспецифических проявлениях возбуждения, раздражении и раздражителях – адекватных и неадекватных. Классификация раздражителей по характеру и силе. Закон силы.

Исторические сведения об изучении биоэлектрических явлений: опыты Гальвани, Маттеучи, Дюбуа-Реймона. Современные методы отведения и регистрации биоэлектрических потенциалов.

Мембранный потенциал покоя, его величина, генезис с точки зрения общепринятой мембранно-ионной теории, значение избирательной проницаемости мембраны клеток в формировании мембранного потенциала покоя, роль активных механизмов в его поддержании. Значение МПП как фактора, обусловливающего возбудимость.

Потенциалы действия. Способы регистрации, величина, механизм генерации. Понятия порогового потенциала, критического уровня деполяризации, пика потенциала действия, следовых потенциалов. Значение потенциалов действия как универсального способа кодирования и передачи информации в организме животных и человека.

Волна возбуждения как совокупность изменений электрического состояния мембраны, ее анализ. Изменение возбудимости, сопровождающие разные фазы волны возбуждения: абсолютная и относительная рефрактерность, экзальтация, субнормальность, факторы, обусловливающие изменение возбудимости. Значение анализа одиночной волны возбуждения для понимания закономерностей ритмического возбуждения.

Местное и распространяющееся возбуждение. Характеристика местного и распространяющегося возбуждения. Механизм проведения возбуждения. Фактор надежности проведения. Особенности возникновения распространяющегося возбуждения в одиночном волокне: правило «все или нечего».

Закономерности ритмического возбуждения. Ритмический фактор возбуждения в естественных условиях. Понятие Н. Е. Введенского о лабильности. Оптимальный и пессимальный ритмы возбуждения и современные представления о механизмах оптимальных и пессимальных реакций, усвоение ритма по А. А. Ухтомскому. Парабиоз по Н. Е. Введенскому, его стадии, значение для понимания механизма вторичного торможения.

Влияние постоянного тока на возбудимые образования. Значение длительности раздражения. Кривая силы-длительности. Реобаза, «полезное» время действия раздражителя, хронаксия. Зависимость ответной реакции от градиента (закон Дюбуа-Реймона) и объяснение его явлением аккомодации. Механизм аккомодации, его значение.

Тема 3. Физиология нервной системы

Значение нервной системы, ее развитие, методы исследования. Появление в процессе эволюции живых организмов нервной сигнализации, ее значение. Возникновение материальной основы осуществления нервной сигнализации – нервной системы, основные этапы ее развития в процессах фило- и онтогенеза. Современные методы изучения структуры и функции нервной системы.

Основные структуры нервной ткани и их функциональное значение. Структурные особенности нейрона, значение его отдельных частей. Развитие нейрона. Классификация нейронов. Нейроглия и ее функциональное значение.

Структура и функции нервных волокон. Безмиелиновые и миелиновые волокна. Особенности проведения возбуждения в них. Классификация нервных волокон по скорости проведения возбуждения, возбудимости и лабильности. Изолированное и двустороннее проведение возбуждения. Практическая неутомляемость нервных волокон.

Синапсы. Строение синапса. Электротонические и медиаторные синапсы, механизм проведения возбуждения в них. Вещества, выполняющие роль медиаторов. Значение белков-рецепторов постсинаптической мембраны. Возбуждающие и тормозные синапсы. Механизм генерации ВПСП и ТПСП. Различные виды синапсов.

Проведение возбуждения через центральные синапсы и связанные с этим свойства ЦНС: одностороннее проведение возбуждения, суммация (последовательная и пространственная), явление последействия, трансформация ритма, утомляемость. Значение медиаторных синапсов как аппарата регуляции нервной системы.

Рефлекс как основной акт нервной деятельности. Рефлекторный принцип работы нервной системы и его реализация путем осуществления рефлексов. Определение рефлекса. Общая схема рефлекторной дуги. Моно- и полисинаптические рефлекторные дуги. Понятие о рефлекторном кольце. Современные представления о нервных центрах и их свойствах. Классификация рефлексов.

Торможение в центральной нервной системе. Определение торможения. Открытие торможения в ЦНС И. М. Сеченовым. Различные виды торможения: вторичное и первичное, де- и гиперполяризационное, пре- и постсинаптическое. Механизм их возникновения и значение.

Координация функций организма. Роль обратной афферентации в координации функций. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения в ЦНС, иррадиация и индукция. Реципрокность как частный случай индукции, ее механизм и значение для объяснения координированной работы центров, иннервирующих мышцы-антагонисты. Принципы доминанты по А. А. Ухтомскому и его значение.

Спинной мозг. Особенности структурной организации. Проводниковая и рефлекторная функции, их значение.

Функциональное значение различных отделов головного мозга и функциональных систем.

Структурная организация и функции продолговатого мозга и моста. Функции среднего мозга.

Ретикулярная формация: история изучения, цитоархитектоника и связи, облегчающие и тормозные влияния, значение ретикулярной формации в обеспечении адаптации возбудимости нейронов ЦНС при различных состояниях организма и различных условиях внешней среды.

Нейронная организация, связи и функции мозжечка, последствия его удаления.

Промежуточный мозг. Функции таламуса: неспецифические, специфические и ассоциативные ядра. Функции надбугорья и гипоталамуса.

Лимбическая система мозга: ее структурная организация и роль в формировании различных эмоциональных состояний и мотивационных реакций.

Вегетативная нервная система, ее структурные и функциональные особенности. Симпатический и парасимпатический отделы. Адаптационно-трофическая роль симпатической нервной системы по Л.А. Орбели.

Нейронная организация и функции стриопаллидарной системы.

Кора больших полушарий. Филогенетическое развитие коры, эволюция рецепторных и моторных функций. Древняя, старая и новая кора, цитоархитектоника, функциональное значение основных типов корковых нейронов. Современные представления о локализации функций в коре: сенсорные (первичные и вторичные), моторные и ассоциативные зоны. Понятие о функциональной специализации левого и правого полушарий головного мозга.

Методы изучения функций коры головного мозга. Фоновая электрическая активность коры, основные ритмы, вызванные потенциалом. Первичный и вторичный ответ, их анализ, значение.

Современные представления о механизмах сна и бодрствования, их смене. Виды сна: медленный и быстрый, их значение. Сновидения, механизм сновидений. Основные уровни

бодрствования, механизмы их обеспечения.

Тема 4. Физиология ВНД и анализаторов

Определение понятия высшей нервной деятельности по И.П. Павлову. Значение трудов И.М. Сеченова в формировании материалистических представлений о психической деятельности. Павловский метод экспериментального изучения высшей нервной деятельности. Принцип метода: сочетание во времени будущего условного и безусловного раздражителей. Различные методики выработки условных рефлексов.

Характеристика безусловных рефлексов как базы для выработки условных и механизм их образования.

Характеристика условных рефлексов, их качественные преимущества в организации приспособительной эволюции животного мира. Условия, необходимые для образования условных рефлексов. Механизм образования условных рефлексов. Образование временных связей по И. П. Павлову. Современные представления о механизмах начальных этапов образования условных рефлексов и предполагаемые механизмы долговременного их сохранения. Системная организация условнорефлекторной деятельности.

Память, ее виды. Механизмы сенсорного отпечатка и краткосрочной памяти. Долгосрочная память, ее основные компоненты: фиксация, хранение и воспроизведение информации. Биологическое значение двухэтапности образования условных рефлексов и процесса запоминания.

Торможение условных рефлексов. Безусловное внешнее и запредельное торможение, их механизм и значение. Различные случаи условного торможения: угасание, дифференцировка, запаздывание и др., их значение.

Анализ и синтез раздражений. Врожденная и приобретенная способность мозга к аналитической деятельности. Процесс образования дифференцировок. Врожденный и условнорефлекторный синтез в коре. Образование условных рефлексов различных порядков, образование условных рефлексов на комплекс раздражителей, динамические стереотипы, их роль в поведенческих реакциях организма, значение.

Свойства нервных процессов, определяющих индивидуальные особенности поведения. Характеристика основных типов высшей нервной деятельности, общих для человека и высших животных. Значение наследственных факторов и условий жизни и воспитания в формировании типологических особенностей высшей нервной деятельности. Значение знания индивидуальных особенностей ВНД в обеспечении индивидуального подхода к учащимся в процессе обучения и воспитания.

Элементарная рассудочная деятельность животных по Л. В. Крушинскому, метод экстраполяционных рефлексов. Физиолого-генетические механизмы элементарной рассудочной деятельности, ее значение в поведенческих реакциях животных и для понимания происхождения мыслительной деятельности человека.

Качественные особенности высшей нервной деятельности человека. Усложнение сигнальных реакций в процессе эволюции животного мира. Появление второй сигнальной системы, связанной с восприятием информации в отвлеченной и обобщенной форме, ее значение в формировании у человека высшего абстрактного мышления и выделении из окружающего животного мира. Частные типы высшей нервной деятельности человека.

Функции анализаторов

Общие закономерности функций анализаторов. Понятие об анализаторах как системах, обеспечивающих анализ раздражений, их значение для получения информации о состоянии внутренней и внешней среды, положении тела в пространстве и состоянии опорно-двигательного аппарата. Классификация рецепторов, механизм их возбуждения, рецепторный и генераторный потенциалы. Специализация рецепторов, пороги раздражения и различения. Периферический и центральный анализ раздражений. Адаптация к непрерывно длящемуся раздражению, механизмы адаптации.

Роль анализаторов в познании окружающего мира. Критика физиологического идеализма. Теория отражения. Ошибки органов чувств и их устранение, практика как критерий

достоверности восприятия внешнего мира.

Зрительный анализатор. Значение зрительного анализатора. Строение глаза. Светопреломляющие среды, аккомодация ее механизм. Нарушения рефракции: близорукость, дальнозоркость, астигматизм. Острота зрения. Бинокулярное зрение. Гигиена зрения. Строение сетчатки. Фоторецепторы, их микроструктура. Механизмы фоторецепции. Различия функции палочек и колбочек, цветовое зрение. Проводящие пути и корковый отдел зрительного анализатора.

Слуховой анализатор. Значение слухового анализатора. Периферический отдел слухового анализатора. Функции звукопроводящего аппарата. Внутреннее ухо, строение улитки, микроструктура органа Корти. Механизм восприятия звуков различной высоты и громкости. Проводящие пути и корковый отдел слухового анализатора. Пространственная локализация звука.

Обонятельный анализатор. Значение анализа и синтеза обонятельных раздражений. Периферический отдел, проводящие пути и корковый отдел обонятельного анализатора. Современные гипотезы восприятия обонятельных раздражений.

Вкусовой анализатор. Периферический отдел, проводящие пути и корковый отдел вкусового анализатора. Значение анализа и синтеза вкусовых раздражений. Факторы, определяющие чувствительность вкусового анализатора.

Кожный анализатор. Классификация и структура рецепторов кожи. Значение различных видов кожных рецепторов, механизм их возбуждения. Проводящие пути и корковый отдел кожного анализатора.

Вестибулярный анализатор. Строение, механизм функционирования и значение вестибулярного анализатора. Проводящие пути и корковый отдел.

Двигательный анализатор. Рецепторный аппарат мышц и сухожилий. Строение мышечного веретена. Особенности иннервации интрафузальных волокон. Проводниковый и корковый отделы двигательного анализатора и его значение в организации двигательного акта.

Тема 5. Физиология двигательного аппарата

Значение мышц, виды мышечной ткани. Ультраструктурная организация скелетных мышц. Сократительные белки. Биохимия, энергетика и механизм мышечного сокращения и расслабления. Нервно-мышечные синапсы, распространение возбуждения по сарколемме. Роль саркоплазматического ретикулума и ионов кальция в сопряжении возбуждения и сокращения мышцы. Теплообразование в мышцах и его значение. Понятие о двигательной единице, виды ДЕ, их морфофункциональные особенности.

Характеристика сократительной функции мышц. Одиночное сокращение мышцы, его анализ. Величина и скорость сокращения. Тетанус, его виды, механизм. Тонус мышц, его значение, механизм саморегуляции. Сила мышц. Режимы сокращений. Статическая и динамическая работа мышц. Утомление. Правило средних нагрузок и активного отдыха И. М. Сеченова.

Гладкие мышцы. Структурные и функциональные особенности гладких мышц. Нервные и гуморальные влияния на тонус гладкой мускулатуры.

Тема 6. Физиология эндокринной системы

Понятие об эндокринной системе. Структура и механизм действия гормонов. Регуляция функций эндокринных желез. Взаимодействие нервных и гуморальных механизмов регуляции, гипоталамо-гипофизарная система.

Гипофиз, его доли. Гормоны аденогипофиза, нейрогипофиза и промежуточной доли, механизм их действия и значение. Функциональное единство гипоталамуса и гипофиза. Гипер- и гипофункции аденогипофиза.

Щитовидная железа, гормоны щитовидной железы, их влияние на функции организма, регуляция функций щитовидной железы, ее гипер- и гипофункция.

Околощитовидные железы, их гормоны, их функциональное значение, механизм действия. Гипо- и гиперфункции околощитовидных желез.

Надпочечники. Корковое и хромаффинное вещество, их гормоны, функциональное значение. Роль гормонов надпочечников в организации стрессовых реакций организма. Концепция стресса по Г. Селье. Общий адаптационный синдром.

Внутрисекреторная функция половых желез. Мужские и женские половые гормоны, их физиологическое значение, механизм действия. Регуляция деятельности половых желез.

Тема 7. Физиология системы крови

Понятие о системе крови, ее значение. Усложнение состава и свойств крови в процессе эволюции.

Физико-химические свойства крови: активная реакция и механизмы ее поддержания; осмотическое давление, его значение и регуляция. Свертывание крови, его значение, механизм регуляции.

Эритроциты, гемоглобин, его свойства, строение, соединение, значение.

Лейкоциты, их виды, значение. Иммунные свойства системы крови. История изучения иммунитета. Современные представления о механизмах неспецифического и специфического иммунитета, значение. Иммуногенетика групп крови.

Гемопоэз и регуляция кроветворения.

Тема 8. Физиология кровообращения

Основные этапы эволюции транспортной системы многоклеточных, ее значение. Открытие кровообращения (В. Гарвей).

Автоматия сердца, ее природа, проведение возбуждения. Электрокардиография.

Морфофункциональные особенности рабочей мышцы сердца. Потенциал действия рабочих миоцитов, значение длительности рефрактерного периода. Анализ сердечного цикла.

Иннервация сердца, сосудистые рефлексогенные зоны, гетеро- и гомеометрические механизмы регуляции работы сердца.

Основные типы кровеносных сосудов и их функциональное значение. Параметры кровообращения: объемная и линейная скорость кровотока, кровяное давление и др.

Тонус кровеносных сосудов. Нервно-гуморальные механизмы регуляции тонуса кровеносных сосудов. Биологически целесообразное перераспределение крови в организме при разных условиях его жизнедеятельности и изменениях внешней среды.

Лимфообразование и лимфообращение.

Тема 9. Физиология дыхания

Значение дыхания, основные этапы эволюции дыхательной системы. Основные этапы легочного типа дыхания.

Механизм вдоха и выдоха, значение «отрицательного» давления и эластической тяги легких.

Газообмен в легких и тканях, транспорт газов кровью. Кривая диссоциации оксигемоглобина, коэффициент использования кислорода.

Регуляция дыхания. Структурная организация дыхательного центра. Механизм обеспечения смены фаз дыхательного цикла. Адаптация дыхания к разным функциональным состояниям организма и в зависимости от условий окружающей среды. Роль коры головного мозга в регуляции дыхания.

Тема 10. Физиология пищеварения

Значение пищеварения. Внутри- и внеклеточное пищеварение, пристеночное пищеварение как заключительный этап полостного. Методы изучения. Роль И. П. Павлова и его школы в изучении функций пищеварительных желез.

Состав и свойства секретов. Характер секреции различных пищеварительных желез (слюнных, желудочных, панкреатической и др.) на разную пищу. Нервно-гуморальные механизмы регуляции работы пищеварительных желез, роль интерстициальных гормонов.

Всасывательная функция пищеварительного аппарата. Роль ворсинок. Механизм

всасывания продуктов переваривания белков, жиров, углеводов, ионов различных минеральных веществ и витаминов. Функции печени в связи со всасыванием. Другие функции печени.

Двигательная функция пищеварительного аппарата, ее значение и регуляция.

Тема 11. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция

Значение обмена веществ. Его основные этапы. Понятие о межуточном обмене.

Обмен белков. Значение белков в организме. Азотистое равновесие. Заменимые и незаменимые аминокислоты. Биологическая ценность белков. Видовая и органная специфичность белков. Обмен белков в организме. Конечные продукты белкового обмена.

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

Обмен углеводов. Значение углеводов и их превращения в организме. Процессы анаэробного и аэробного распада углеводов, их энергетическая ценность и значимость для организма. Запасы углеводов в организме. Содержание глюкозы в крови. Гипер- и гипогликемия.

Регуляция процессов обмена веществ. Рефлекторный характер регуляции процессов обмена белков, жиров и углеводов. Гуморальные влияния на обмен веществ: роль гормонов. Физиологические механизмы голода и жажды и их удовлетворения. Значение коры больших полушарий в регуляции обмена веществ.

Витамины. Их общая характеристика. Роль витаминов в синтезе ферментов и других активных веществ. Физиологическое значение отдельных элементов. Авитаминозы и гиповитаминозы. Гипервитаминозы.

Минерально-водный обмен. Значение минеральных веществ в организме. Обмен минеральных веществ. Значение микроэлементов. Водный обмен и его значение. Физиологический механизм жажды. Регуляция водно-солевого обмена.

Энергетическая сторона обмена веществ. Превращения энергии в организме. Исследование энергетического баланса организма. Прямая и непрямая калориметрия. Дыхательный коэффициент. Основной обмен. Зависимость интенсивности обмена веществ от различных физиологических условий. Расход энергии при мышечной работе.

Изотермия и ее значение. Химическая и физическая теплорегуляция. Регуляция теплообразования и теплоотдачи.

Физиологические основы питания. Состав основных групп пищевых продуктов; содержание в них витаминов. Энергетическая ценность пищевых продуктов. Калорийность пищевого рациона. Энергетические нормы питания в зависимости от условий жизни и характера труда. Качественная сторона питания. Значение разнообразия пищи. Физиологическое обоснование режима питания.

Тема 12. Физиология выделения

Значение процессов выделения. Конечные продукты обмена. Экстраренальные пути выделения продуктов обмена. Эволюция органов выделения. Нефрон млекопитающих. Кровоснабжение почки.

Механизм мочеобразования: клубочковая фильтрация, первичная и вторичная моча, реабсорбция в канальцах, процессы секреции в эпителии канальцев, первичная и вторичная моча. Нервно-гуморальные механизмы регуляции мочеобразования.

Роль почек в обмене воды, регуляции осмотического давления, поддержании активной реакции крови и ее ионного состава.

Процесс мочевыделения, факторы, его обуславливающие.

Регуляция выведения мочи.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение складывается из аудиторных занятий (72 час.), включающих лекционный

курс (30 часов) и лабораторные занятия (54 час.), и самостоятельной работы (60 час.). Основное учебное время отводится на лабораторные работы и самостоятельную работу. В соответствии с требованиями ФГОС ВО в учебном процессе широко используются интерактивные формы проведения занятий.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо, в первую очередь, ознакомиться с содержанием рабочей программы учебной дисциплины. Входной контроль знаний и умений осуществляется в виде тестирования. Текущий контроль знаний и умений включает проведение устного опроса, тестирования, проверку конспектов и защиту докладов с мультимедийными презентациями. Итоговый контроль знаний и умений предполагает сдачу экзамена в устной, письменной форме (тестирование) или интернет-экзамена. Ряд вопросов по дисциплине включен в государственную итоговую аттестацию выпускников.

Методические рекомендации к лекциям

Внимательное слушание лекции, уяснение основного её содержания, краткая, но разборчивая запись лекции – непременное условие успешной самостоятельной работы каждого студента. Поэтому студентам, присутствующим на лекциях, важно не только внимательно слушать преподавателя, но и конспектировать излагаемый им материал. Конспектирование представляет собой сжатое и свободное изложение наиболее важных вопросов темы. Необходимо избегать механического записывания текста лекции без осмысливания его содержания. Перед записью надо постараться вначале понять смысл сказанного, необходимо стараться отделить главное от второстепенного и, прежде всего, записать основной материал, понятия. Если существует необходимость прибегнуть к сокращению, то надо употреблять общепринятые сокращения.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия проводятся в виде выполнения наблюдений и экспериментов, защиты презентаций, дискуссий по предлагаемым преподавателем для обсуждения вопросам, демонстрации видеофильмов. В ходе поведения лабораторных занятий важно сформировать навыки работы с имеющимся в школах оборудованием для проведения физиологических экспериментов.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо осуществлять самостоятельный поиск учебной информации, расширяющей и дополняющей лекционный материал, использовать знания о строении и функционировании органов и систем органов, полученные при изучении анатомии и морфологии человека. При необходимости можно проконсультироваться с преподавателем через систему электронной поддержки обучения. Во время занятия студенты выполняют лабораторные работы в соответствии с представленными методиками, оформляют отчет о работе в рабочей тетради и представляют на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа студентов в рамках подготовки к лабораторным занятиям включает подготовку докладов с мультимедийными презентациями, работу с литературой и информационными ресурсами для подготовки к устному опросу, составление конспектов, выполнение заданий в системе электронного обучения.

Методические рекомендации к организации самостоятельной работы

В процессе самостоятельной работы необходимо внимательно ознакомиться с литературными источниками и с информационными ресурсами, рекомендуемыми рабочей программой дисциплины. Задания могут быть выполнены индивидуально или в парах, группах. При выполнении заданий необходимо изучить требования, предъявляемые к результатам, и критерии оценки. Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС). Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам университета и кафедры.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Формы/виды	Количество часов, в

	раздела (темы)	самостоятельной работы	соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Введение в физиологию.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	4
2.	Физиология возбудимых образований.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов. Подготовка докладов.	8
3.	Физиология нервной системы.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	6
4.	Физиология ВНД и анализаторов.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов. Подготовка докладов.	6
5.	Физиология двигательного аппарата.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	6
6.	Физиология эндокринной системы.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	4
7.	Физиология системы крови.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	5
8.	Физиология сердечно-сосудистой системы.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	5
9.	Физиология дыхания.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	4
10.	Физиология пищеварения.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	4
11.	Обмен веществ и энергии. Терморегуляция.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов.	4
12.	Физиология выделения.	Изучение литературы. Выполнение рисунков в рабочих тетрадях, заполнение таблиц, написание выводов. Подготовка докладов.	4
	ИТОГО		**60**

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тема 1. Введение в физиологию человека

Вопросы для самоподготовки

1. Что изучает наука «физиология человека»?
2. Дайте краткую характеристику методов физиологии.
3. История физиологии, отечественная физиология человека.
4. Что называют «возбудимыми образованиями»?

5. Свойства возбудимых образований, значение при изучении физиологии человека.
6. Раздражимость, возбудимость, возбуждение и торможение.
7. МПП, ПД, одиночная волна возбуждения.

Тема 2. Физиология возбудимых образований

Занятие 1

Работа 1 Приготовление реоскопической лапки и нервно-мышечного препарата

Многие физиологические эксперименты проводятся на лягушках. Для проведения острого опыта лягушку необходимо обездвижить. Существует несколько способов обездвиживания, одним из них является наркотизация. В качестве наркотического вещества чаще всего используют эфир. На тарелку, покрытую большой стеклянной воронкой, помещают лягушку, туда же кладут ватный тампон, смоченный эфиром. (В некоторых случаях в качестве наркотического вещества используют 10 % раствор этилового спирта, который в количестве 250 – 300 мл наливают в эксикатор и помещают туда лягушку).

Обездвижить лягушку можно путем введения в подкожный лимфатический мешок миорелаксантов. Миорелаксанты – вещества, которые нарушают передачу возбуждения с нерва на мышцу, в связи с чем вызывают расслабление скелетных мышц.

Чаще всего обездвиживание лягушки производят путем разрушения ЦНС – спинного и головного мозга. Разрушение ЦНС производят двумя способами: с сохранением головы и путем декапитации. В обоих случаях лягушку завертывают в марлевую салфетку так, чтобы передние лапки оказались прижатыми к туловищу, а задние находились в вытянутом состоянии, голова остается свободной. При первом способе обездвиживания лягушку держат в левой руке, указательным пальцем которой сгибают голову лягушки так, чтобы между головой и позвоночником образовался прямой угол. Затем препаровальной иглой с небольшим нажимом проводят по средней линии головы сверху вниз, пока игла не соскользнет в небольшую ямку, соответствующую атлантозатылочной мембране. Проколов кожу и мембрану в этом месте, иглу вводят в полость черепа и несколькими движениями разрушают головной мозг. Затем слегка извлекают иглу, направляют ее в позвоночный канал и вращательными движениями разрушают спинной мозг.

Декапитацию производят введением одной бранши ножниц в ротовую полость и отсечением челюсти и переднего отдела мозга. Разрез должен пройти сразу же за глазными буграми. В открывшийся позвоночный канал вводят препаровальную иглу и разрушают спинной мозг.

Цель работы: ознакомиться с приемами обездвиживания лягушки и основными этапами приготовления нервно-мышечных препаратов, наиболее используемых в учебных экспериментах.

В физиологии возбуждения работы выполняются преимущественно с использованием реоскопической лапки или, при необходимости графической регистрации мышечных сокращений, препарата изолированной икроножной мышцы, состоящего из икроножной мышцы, бедренной косточки, седалищного нерва вместе с кусочком позвоночника.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; раствор Рингера для холоднокровных животных; лягушка; нитки; вата.

Ход работы. Основные этапы приготовления нервно-мышечного препарата приведены на рисунке. Разрушьте головной и спинной мозг лягушки. Возьмите левой рукой лягушку за бедра (в этом положении хорошо выделяется позвоночник) и перережьте позвоночник на 1 – 1,5 см выше места отхождения тазовых костей. Свисающую переднюю часть туловища и внутренности удалите. Остаток позвоночника крепко захватите пинцетом или левой рукой. Другим пинцетом или пальцами через марлю ухватите кожу около позвоночника и тяните ее вниз, чтобы, выворачивая, снять ее с лапок. Лапки положите в чистую чашку Петри и залейте раствором Рингера, руки вымыть. Затем возьмите препарат левой рукой и согните его так, чтобы позвоночник, тазовая часть и свисающие лапки приняли очертания буквы «П», и хорошо выделялась бы копчиковая кость. Осторожно вырежьте

копчиковую кость: ножницы держите горизонтально, параллельно тазовым костям и как можно ближе к ним, чтобы не повредить идущие под ними седалищные нервы. Вырезав копчик, препарат разделите на две половины. Для этого перережьте вдоль сначала остаток позвоночника, а затем лобковое сочленение.

Одну лапку оставьте как запасную, сохраняя ее в растворе Рингера. У другой лапки ножницами разделите остаток позвоночника и тазовую кость, а по тазобедренному суставу тазовую кость удалите. На задней стороне бедра по средней линии пальцами раздвиньте мышцы. Осторожно, не касаясь пинцетом и ножницами нерва, отделите его от окружающих тканей вдоль бедра до колена. Нерв отведите в сторону и очистите бедренную кость от мышц. Получившийся препарат называется ***реоскопической лапкой***.

Из него при необходимости можно получить препарат изолированной икроножной мышцы. Для этого на голени отделяется от кости икроножная мышца. Сначала подрезается ахиллово сухожилие, затем голень и лапка отрезаются ниже колена – препарат готов.

Рекомендации к оформлению работы: кратко опишите приемы обездвиживания лягушки, основные этапы и технику приготовления реоскопической лапки и изолированной икроножной мышцы лягушки. Сами препараты зарисуйте в тетрадях.

Работа 2 Сравнение возбудимости нерва и мышцы (прямое и непрямое раздражение мышцы)

Одним из основных физиологических свойств возбудимых тканей является возбудимость, которая у различных тканей не одинакова. Для характеристики уровня возбудимости служит порог раздражения, т.е. минимальная сила раздражителя, при действии которой возникает ответная реакция.

В экспериментальных условиях для определения возбудимости мышцы применяют прямой метод ее раздражения, т.е. раздражение, наносимое непосредственно на мышцу. Возбудимость нерва исследуют раздражением нерва, иннервирующего данную мышцу, т.е. методом непрямого раздражения мышцы.

Цель работы: экспериментально определить пороги возбуждения нерва и мышцы нервно-мышечного препарата лягушки, сравнить их, сделать заключение о соотношении возбудимости у данных тканей.

Материалы и оборудование: учебный электростимулятор (УЭС), раздражающие электроды, набор препаровальных инструментов, препаровальная дощечка, марлевые салфетки, раствор Рингера, пипетка, лягушка.

Ход работы. Приготовить нервно-мышечный препарат. Электроды соединяют с клеммами стимулятора. Ручки регулировки амплитуды устанавливают на нуле. Препарат положить на дощечку, под нерв его подвести электроды. Подавая на нерв одиночные стимулы с постоянной длительностью, например 0,5 мс, постепенно увеличивают амплитуду и находят ту минимальную силу раздражителя, которая вызывает едва заметное сокращение мышцы – это и будет порог раздражения для нерва.

Для определения порога раздражения мышцы на нее непосредственно накладывают электроды, т.е. наносят прямое раздражение. Порог раздражения находят так же, как при непрямом раздражении.

Рекомендации к оформлению работы: опишите ход эксперимента, запишите результаты опыта и по их анализу дайте сравнительную оценку возбудимости нерва и мышцы.

Работа 3 Раздражение нервно-мышечного препарата различными раздражителями

В физиологии применяются различные раздражители: электрические, химические, механические, температурные и др. Недостатки механического и температурного раздражения заключаются в том, что они плохо дозируются и, главное, оказывают вредное действие на ткани.

Химическое раздражение медленно действует и так же медленно снимается. По-

этому действие его сохраняется, несмотря на промывание препарата (наблюдается длительное непрерывное сокращение мышц). Наиболее удобно электрическое раздражение. Его преимущество состоит в том, что сила и длительность раздражения легко и точно дозируются, количественный учет силы прост и, главное, повторное применение электрического раздражения не оказывает вредящего действия на ткань.

При изучении действия электрического тока на ткань длительное время использовался индукционный аппарат Дюбуа Реймона, который позволял наносить раздражение одиночными замыкательными и размыкательными индукционными ударами или ритмическим индукционным током.

Можно наносить раздражение и постоянным током от аккумулятора, выпрямителя, варьируя его напряжение или силу тока, а также длительность стимуляции.

Подобное раздражение постоянным током можно нанести при помощи гальванического пинцета, ножки которого состоят из разных металлов: одна – из цинка, другая из меди. При прикосновении ножек пинцета к нерву образуется замкнутая цепь из двух металлов и нерва, играющего роль проводника второго рода. Возникающий ток и служит источником раздражения мышцы. Обычно гальванический пинцет применяется для проверки сохранности нервно-мышечного препарата.

Источником раздражения препарата может быть и его высыхание. При высыхании нерва мышца начинает сильно сокращаться, что создает препятствие для работы с препаратом. Поэтому необходимо постоянно смачивать препарат раствором Рингера.

Цель работы: экспериментально показать, что возбуждение нервно-мышечного препарата (любого возбудимого образования) можно вызвать любыми по природе раздражителями, достаточными по силе и длительности действия.

Материалы и оборудование: электростимулятор, электроды, набор инструментов для препарирования; лягушка; нитки; гальванические пинцеты; спиртовка.

Ход работы. Приготовьте нервно-мышечный препарат (реоскопическую лапку); в течение опыта все время держите его влажным, смачивая раствором Рингера. Раздражение наносите на нерв как можно дальше от мышцы. Показателем возбудимости и проводимости нерва служит сокращение мышц.

1. Электрическое раздражение.

1) Раздражение наносится одиночными и ритмическими импульсами тока с помощью учебного электростимулятора. Положите нерв на электроды и последовательно испытайте действие надпорогового одиночного раздражения и ритмического с частотой 5 – 10 импульсов в секунду.

2) Раздражение гальваническим пинцетом. Наложите нерв нервно-мышечного препарата на гальванический пинцет и наблюдайте сокращение мышц.

Обратите внимание на быстроту возникновения и прекращения ответной реакции при действии электрического раздражения.

2. Механическое раздражение.

Вблизи позвонка ударьте слегка по нерву ребром закрытых ножниц. Ущипните пинцетом. Наблюдайте сокращение мышц под влиянием этих раздражений.

3. Тепловое раздражение.

Нагрейте препаровальную иглу в горячей воде или на спиртовке. Прикоснитесь нагретой иглой (не острием) к нерву. Проверьте, сокращаются ли мышцы при таком же прикосновении к нерву не подогретой иглой.

4. Химическое раздражение.

Положите на нерв несколько кристалликов поваренной соли. Отметьте момент наступления мышечных сокращений и обратите внимание на их характер (сравните с действием электрического тока). Смойте соль раствором Рингера. Заметьте, сразу ли прекращаются сокращения мышцы после снятия раздражителя.

5. Раздражение вследствие высыхания.

Расположите препарат на дощечке так, чтобы его нерв свободно свисал. Смачивайте

мышцу раствором Рингера, оставляя нерв сухим. Дождитесь появления сокращений мышц. Сравните их характер с сокращениями при действии электрического тока. Смочите нерв раствором Рингера. После этого сокращения мышц обычно исчезают, так как исчезло раздражающее действие высыхания нерва.

6. Влияние нарушения проводимости.

Испытайте электрическое и механическое раздражение, предварительно нарушив проводимость нерва путем наложения на него лигатуры между мышцей и электродами.

Рекомендации к оформлению работы. Опишите ход эксперимента и свои наблюдения. Сделайте выводы.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение и классификацию раздражителей.
2. Что такое возбудимость?
3. Что такое порог возбудимости?
4. Какое соотношение между возбудимостью и порогом?
5. Что такое прямое и непрямое раздражение мышцы?
6. Почему при прямом раздражении скелетной мышцы порог возбуждения выше?
7. Почему в возникновении возбуждения природа раздражителя роли не играет? А что является главным для этого?

Занятие 2

Работа 4 Хронаксиметрия

Для характеристики возбудимости тканей важно учитывать не только пороговую силу раздражителя, но и время действия раздражителя на ткань. В связи с этим для полной характеристики возбудимости ткани в физиологию и клинику было введено понятие «хронаксия». Это условная величина, отражающая минимальное время, в течение которого ток, равный удвоенной реобазе, должен действовать на ткань, чтобы вызвать ее возбуждение.

Цель работы: убедиться, что помимо силового порога есть ещё временной порог возбуждения. Экспериментально на человеке получить данные силового порога и временной характеристики возбудимости нескольких образований (нервов и мышц) для сравнительной оценки их возбудимости. Возможно также получение данных для построения кривой «силы – длительности».

Материалы и оборудование: хронаксиметр, специальные электроды, марлевые салфетки, 3 % раствор поваренной соли. Исследование проводят на человеке.

Ход работы. Индифферентный электрод (анод) укрепляют на внутренней поверхности предплечья, под электрод кладут смоченную солевым раствором марлевую салфетку. Находят двигательную точку. Для этого прибор устанавливают в режиме «Постоянный ток», напряжение подбирается надпороговое (40 – 50 В). Активным электродом (катодом), хорошо смоченным солевым раствором, находят двигательную точку какой-либо из мышц, например, поверхностного сгибателя пальцев на противоположной руке (на внутренней поверхности предплечья). Затем, **сбросив напряжение до подпорогового**, прикладывают активный электрод к найденной двигательной точке и находят пороговую величину напряжения – реобазу. Определение начинают с раздражения слабым током, постепенно увеличивая его до появления сокращения мышцы сгибателя (легкие сгибательные движения пальцев). По шкале напряжения тока отмечают величину реобазы. Затем переключают прибор в режим «одиночные импульсы» (**прибор автоматически удваивает реобазный ток**). При напряжении тока, равном двум реобазам, определяют хронаксию, последовательно увеличивая длительность раздражения до искомого порогового значения. При определении хронаксии ответная реакция должна быть такой же интенсивности, как и при нахождении реобазы.

Аналогично определяются показатели реобазы и хронаксии одного-двух нервов руки, соответственно найдя точки для наилучшего исследования их (согласно схеме на учебной таблице).

Для построения кривой «силы – длительности» по любому из ранее исследованных объектов надо взять 3 – 4 значения величины силы раздражителя в пределах от двух реобаз до одной и для каждой из них найти пороговую длительность действия тока. По величинам силы раздражителей и соответствующим им длительности действия, необходимой для возбуждения, в прямоугольных координатах найти точки, соединив которые постройте гиперболическую кривую.

Рекомендации к оформлению работы. Запишите в тетрадь ход работы, найденные значения реобазы и хронаксии.

Контрольные вопросы:

1. О каких свойствах возбудимых тканей позволяет судить хронаксия?
2. Как соотносятся между собой значения хронаксии и уровень возбудимости?
3. Какую зависимость иллюстрирует кривая силы – длительности?

Занятие 3

Темы докладов

1. Открытие биоэлектрических явлений
2. Опыт Маттеучи

Работа 5 Наблюдение биоэлектрических явлений

В тканях живого организма с XIX века выделяют два вида электрической активности: потенциалы покоя и потенциалы действия. Потенциалом покоя называют разность потенциалов, регистрируемую между поврежденным и неповрежденным участками ткани. Потенциалом действия – разность потенциалов, регистрируемую между возбужденным и невозбужденным участками ткани.

Возникновение разности потенциалов между поврежденным и неповрежденным участками нерва, а также между его возбужденным и невозбужденным участками, было доказано опытами Гальвани и Матеуччи.

Цель работы: проделать классические опыты Гальвани и Матеуччи; наблюдать потенциалы альтерации (повреждения) и потенциалы действия биологическим методом (с помощью реоскопической лапки лягушки).

Материалы и оборудование: УЭС; электроды; лягушка; стеклянный крючок; гальванический пинцет; набор инструментов для препарирования.

1. Первый опыт Гальвани.

Первый опыт Гальвани был поставлен в 1786 г. на препарате задних лапок лягушки при их раздражении пинцетом, бранши которого сделаны из двух разных металлов – цинка и меди. Прикосновение браншами пинцета к нерву вызывает сокращение лапок. На основании этих наблюдений Гальвани высказал мысль о существовании «животного электричества». Но Вольта доказал, что в этом опыте причиной сокращения лапок лягушки был ток, возникший между двумя разными металлами.

Ход работы. Приготовьте препарат, состоящий из нижней части позвоночника и соединенных с ней лапок. Рассмотрите нервные корешки, идущие с двух сторон вдоль копчика и образующие на бедре седалищные нервы. Подведите под оба пучка медную проволоку гальванического пинцета, а цинковой пластинкой прикасайтесь к мышцам лапок. Наблюдайте при этом интенсивное сокращение лапок.

2. Второй опыт Гальвани (сокращение без металла)

Второй опыт был проделан Гальвани в 1794 г. без металлов. Приподняв нерв нервно-мышечного препарата стеклянным крючком, он набрасывал его на поврежденный участок мышцы и наблюдал ее сокращение. Так было доказано наличие «животного электричества» – тока покоя.

Ход работы. Приготовьте реоскопическую лапку из половинки предшествующего препарата. Слегка поранив икроножную мышцу около ахиллова сухожилия, с помощью стеклянного крючка быстро набросьте нерв препарата на пораненный участок мышцы; наблюдайте ее сокращение (Рис.6.).

3. Опыт вторичного сокращения

Матеуччи в начале 19 века не только подтвердил предположение Гальвани о существовании «животного» электричества, но и представил другие доказательства наличия биопотенциалов. Одним из них был опыт, эффект которого получил название «вторичного сокращения». Маттеучи в 1840 г. показал, что сокращение мышцы нервного препарата может наступить, если нерв этого препарата набросить на сокращающиеся мышцы другого нервно-мышечного препарата. На основании этого было сделано заключение, что в мышце при ее возбуждении возникают токи, которые могут стать раздражителем для другого нервно препарата. Эти токи были названы «токами действия».

Ход работы. Приготовьте вторую реоскопическую лапку. Положите оба препарата на препаровальную дощечку. Поместите нерв одного препарата на электроды электростимулятора, а нерв другого препарата – на мышцу голени первого препарата. Раздражайте нерв первого препарата ритмическим (5 – 10 Гц) током, отметьте сокращение обеих лапок.

Рекомендации к оформлению работы. Опишите работу и наблюдения в тетради. Сделайте зарисовки препаратов всех трёх опытов. Дайте современное объяснение наблюдаемых эффектов.

Контрольные вопросы:

1. Объясните причины возникновения сокращения мышц в первом опыте Гальвани.
2. Объясните причину сокращения препарата во втором опыте.
3. В чем причина сокращения второй лапки в опыте Матеуччи?

Тема 3. Физиология нервной системы

Занятие 4

Тест «Возбудимые образования» (10 минут)

Работа 6 Анализ рефлекторной дуги

Ответная реакция организма на раздражение, протекающая при участии центральной нервной системы, называется рефлексом. В осуществлении любой рефлекторной реакции принимает участие пять звеньев: рецептор, афферентный проводящий путь, центральная нервная система, эфферентный путь, эффектор. Простейшие рефлекторные дуги спинномозговых рефлексов двух- и трехнейронные. По двухнейронной рефлекторной дуге осуществляются сухожильные рефлексы. Рецептор и эффектор такой рефлекторной дуги лежат в одном и том же органе (рецептор лежит в сухожилии той же мышцы, которая отвечает на раздражение). В любой рефлекторной дуге афферентный путь осуществляется по афферентному нейрону, тело которого лежит в спинномозговом ганглии. Центральное звено различных рефлексов представлено по-разному. В двухнейронной дуге аксон афферентного нейрона подходит к телу клетки и дендритам эфферентного нейрона в передних рогах спинного мозга. В трехнейронной рефлекторной дуге в центральной нервной системе расположен вставочный нейрон, тело которого лежит в задних рогах спинного мозга (Рис.8.Б). В свою очередь, аксон вставочного нейрона подходит к телу эфферентного нейрона. Многонейронная рефлекторная дуга имеет большое количество вставочных нейронов. Эфферентный путь любого рефлекса идет по эфферентному нейрону, тело которого лежит в передних рогах спинного мозга. Большинство рефлекторных реакций осуществляется по многонейронным рефлекторным дугам.

Рефлекторная реакция может проходить только при условии целостности всех звеньев рефлекторной дуги. Если нарушено хоть одно из них, рефлекторная реакция невозможна.

Цель работы: экспериментально показать структуру рефлекторной дуги и необходимость целостности ее звеньев для осуществления рефлексов.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; штатив с зажимом и пробкой; 0,5 % раствор серной кислоты; фильтровальная бумага, нарезанная квадратиками по 0,25 см^2; стакан с водой; 1 % раствор хлористого калия или новокаин; нитки, лягушка.

Ход работы. Приготовьте спинномозговую лягушку, т.е. лягушку с разрушенным головным и сохраненным спинным мозгом. Подвесьте ее на штативе, приколов нижнюю челюсть булавкой к пробке, зажатой в держателе. На правой лапке вдоль бедра отпрепарируйте седалищный нерв и возьмите его на лигатуру.

Осторожно пощипывая лапку пинцетом, убедитесь, что операция на бедре не нарушила способность лягушки отвечать на раздражение.

1. Положите на кожу голени правой лапки кусочек фильтровальной бумаги, смоченной 0,5 % раствором серной кислоты. Отметьте рефлекторную реакцию на раздражение кожи кислотой. После каждого раздражения кислоту нужно смывать, опуская лапку в стакан с водой (не затрагивать бедро с разрезом кожи!).

2. На голени той же лапки вырежьте кусочек кожи. Фильтровальную бумажку, смоченную кислотой, осторожно положите на обнаженный участок мышцы, но так, чтобы кислота не попала на кожу лапки. Отсутствие рефлекторной реакции объясняется тем, что мышцы в отличие от кожи не имею рецепторов, реагирующих на кислоту.

Смыв кислоту с мышцы, проверьте, сохранилась ли рефлекторная реакция на раздражение кожи.

3. Наблюдайте рефлекторную реакцию той же правой лапки (с отпрепарированным седалищным нервом) при опускании кончиков ее пальцев в кислоту.

Осторожно приподнимите отпрепарированный седалищный нерв и положите под него ватку, смоченную новокаином или раствором хлористого калия. Эти вещества нарушают проводимость нерва, причем сначала выключаются афферентные (центростремительные) волокна, а чуть позже эфферентные (центробежные).

После наложения на нерв новокаина каждые 30с проверяйте наличие рефлекторной реакции на раздражение лапки кислотой. Исчезновение рефлекторной реакции указывает на то, что чувствующие волокна полностью утратили проводимость.

4. Тотчас же после исчезновения рефлекса при раздражении правой лапки раздражайте кислотой левую лапку, наблюдая реакцию правой. Затем положите на кожу спины бумажку, смоченную кислотой. Отметьте, что в том и в другом случае в рефлекторной реакции участвуют обе лапки. Это говорит о том, что проводимость двигательных волокон правой лапки еще сохранена. Кислоту с кожи спины удалите ваткой, смоченной в воде. Лягушку погружать в воду не следует, чтобы не помешать дальнейшей новокаиизации нерва.

5. Продолжая наблюдение, отметьте момент исчезновения рефлекторной реакции правой лапки при раздражении другой лапки или кожи спины. Если рефлекторные реакции длительное время не исчезают, нарушьте проведение возбуждения по двигательным волокнам путем перерезки седалищного нерва.

Убедитесь, что после такой перерезки правая лапка не вступает в реакцию при нанесении раздражений с любых участков кожи.

Отметьте, как изменяется тонус мышц правой конечности после перерезки седалищного нерва.

6. Раздражая левую лапку кислотой или пощипыванием пинцетом, наблюдайте ее рефлекторную реакцию.

Разрушьте спинной мозг, вставив препаровальную иглу в спинномозговой канал. Отметьте полное исчезновение рефлекторных реакций.

Рекомендации к оформлению работы. Запишите в тетради основные этапы выполнения эксперимента, свои наблюдения. Анализируя эксперимент, приведите доказательства участия в рефлекторной реакции каждого звена рефлекторной дуги: рецептора, афферентного волокна, центральной нервной системы, эфферентного волокна.

Работа 7 Закон изолированного проведения возбуждения по нервному волокну

В состав каждого нерва входит большое количество волокон как афферентных, так и эфферентных. Но в состоянии возбуждения может находиться только часть волокон, так как импульсы, распространяясь по нервному волокну, не переходят на соседние волокна. Изолированное проведение возбуждения обеспечивает миелиновая оболочка. В опыте

можно пронаблюдать проведение возбуждения по отдельным пучкам волокон седалищного нерва, если раздражать раздельно входящие в его состав корешки.

Цель работы: убедиться в справедливости закона изолированного проведения возбуждения по нервным волокнам.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; препаровальная дощечка; стеклянный крючок; нитки трёх цветов; булавки; электростимулятор; раствор Рингера; лягушка.

Ход работы. Лягушку обездвижить разрушением головного и спинного мозга. Перерезать позвоночник, отделив задние две трети туловища, и тщательно очистить от внутренностей седалищные нервы. Препарат положите на дощечку брюшной стороной вверх и зафиксируйте за позвоночник булавками. Рассмотрите спинномозговые корешки, образующие седалищный нерв. Стеклянным крючком выделите, и возьмите на лигатуры разного цвета три стволика из состава седалищного нерва. Раздражайте последовательно каждый корешок пороговыми для них импульсами с частотой 5 Гц. При раздражении каждого стволика обратите внимание на характер движений, какие группы мышц сокращаются, какова интенсивность сокращений (они различны). Если бы возбуждение переходило от одного волокна на соседние в составе седалищного нерва, то наблюдаемого разнообразие движений не было бы в связи с нарушением «адресности» доставки к мышцам эфферентных импульсов.

Рекомендации к оформлению работы. Запишите работу в тетрадь, подробно зафиксировав характер сокращений мышц при стимуляции каждого корешка седалищного нерва. Проанализировав, сделайте вывод.

Работа 8 Закон двустороннего проведения возбуждения по нервному волокну

Нервные волокна способны проводить возбуждение в обе стороны от места нанесения раздражения.

Цель работы: убедиться в такой возможности проведения возбуждения экспериментально.

Материалы и оборудование: стимулятор; электроды; препаровальный набор инструментов; препаровальная дощечка; стеклянный крючок; марлевые салфетки, раствор Рингера, лягушка.

Ход работы. Готовят препарат задней лапки лягушки, поворачивают бедро задней поверхностью кверху и двумя большими пальцами раздвигают мышцы бедра, находят седалищный нерв. Затем осторожно приподнимая стеклянным крючком нерв, отпрепаровывают его в нижней трети бедра. Препаровку нерва необходимо проводить так, чтобы по возможности сохранить отходящие от него веточки к четырехглавой мышце бедра. После того как нерв отпрепарован, под него подводят браншу ножниц и перерезают мышцы и бедренную кость максимально ближе к коленному суставу. Теперь голень и бедро соединены между собой только с помощью седалищного нерва. Препарат укладывают на дощечку, а нерв кладут на электроды от стимулятора. Раздражают нерв сверхпороговым током и наблюдают одновременное сокращение мышц бедра и голени.

Рекомендации к оформлению работы. Опишите ход работы, зарисуйте использованный препарат с подведёнными под нерв раздражающими электродами. В выводе отметьте, что доказывает проведенный опыт.

Работа 9 Закон физиологической целостности нервного волокна

Распространение возбуждения по нервному волокну возможно только в том случае, если сохранена его анатомическая и физиологическая целостность. При перевязке нервного волокна, его охлаждении или воздействии фармакологических веществ нарушается физиологическая целостность нервного волокна, а, следовательно, и его проводимость.

Цель работы: убедиться в необходимости физиологической целостности нерва для нормального проведения возбуждения по нему экспериментально.

Материалы и оборудование: стимулятор, электроды, препаровальвый набор инструментов, препаровальная дощечка; вата, раствор Рингера, 2 % раствор новокаина или

3% раствор аммиака; лягушка.

Ход работы. Приготовить нервно-мышечный препарат (реоскопическую лапку). Наложить нерв на электроды и включить стимулятор. Наблюдаются сокращения мышц препарата. Затем на средний участок нерва накладывают ватный жгутик, смоченный 2 % раствором новокаина (или раствором аммиака). Вновь включают стимулятор через каждые 30 с до тех пор, пока не проявится отсутствие ответа на раздражение. После этого ватный жгутик быстро удалить, а препарат перенести в раствор Рингера. Через3 – 5 мин вновь периодически (через 30 с) раздражают нерв током, пока не появятся сокращения мышц.

Рекомендации к оформлению работы. Запротоколируйте опыт, запишите аналитические рассуждения по своим наблюдениям и объясните, **почему** нарушение физиологической целостности нерва приводит к нарушению его проводимости.

Работа 10 Наблюдение последовательной суммации возбуждения в ЦНС

Одно из важнейших свойств нервного центра – способность суммировать подпороговые импульсы. Каждый подпороговый импульс создает в постсинаптических мембранах нейронов нервного центра местную подпороговую деполяризацию, повышающую возбудимость. Поступая в нервный центр с определенной оптимальной частотой, подпороговые импульсы вызывают суммацию возбуждающих постсинаптических потенциалов, что в итоге приводит к появлению распространяющегося эфферентного возбуждения и возникает ответная реакция.

Различают суммацию *последовательную* или временную и *пространственную*. О последовательной суммации говорят в тех случаях, когда ответная реакция получается путем повторного подпорогового раздражения одного и того же афферентного пути.

Цель работы: наблюдать на спинальной лягушке проявление последовательной суммации возбуждения в нервных центрах.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; штатив с зажимом и пробкой; электростимулятор; тонкие изолированные проволочки вместо электродов; лягушка.

Ход работы. Приготовьте спинальную лягушку и подвесьте ее на штативе. Присоедините к стимулятору два провода. Их свободные концы, очищенные от изоляции, намотайте вокруг голени на расстоянии 1 см друг от друга.

Раздражая препарат усиливающимися одиночными электрическими импульсами, определите порог рефлекторной сгибательной реакции лапки (не принимайте во внимание вздрагивания мышц голени и стопы, зависящие от непосредственного раздражения мышц и эфферентных волокон – нужно получить **рефлекс сгибания** лапки!).

После этого плавно снизьте силу одиночных раздражений до подпороговой (для рефлекса!). Убедитесь, что одиночные импульсы не вызывают рефлекса. После этого нанесите длительное раздражение той же силы, но с частотой 5 – 10Гц – сгибательный рефлекс проявится.

Рекомендации к оформлению работы: опишите работу, анализ результатов; зарисуйте схему установки опыта, сделайте выводы.

Работа 11 Иррадиация возбуждения в спинном мозге

Процесс возбуждения или торможения, возникший в центральной нервной системе, распространяется (иррадиирует). Иррадиация возбуждения зависит от силы и длительности действующего раздражителя: чем сильнее или дольше действует раздражение, тем больше иррадиация. Внешне это выражается в том, что в ответную реакцию вовлекаются новые группы мышц. При чрезмерно большой силе или длительности может возникнуть торможение.

Цель работы: наблюдать иррадиацию возбуждения в спинном мозге лягушки при раздражении кожи препарата кислотой; выявить зависимость степени иррадиации от силы и длительности раздражения.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; штатив с зажимом и пробкой; 0,3 %, 0,5 %, и 1 % растворы серной кислоты; фильтровальная бумага;

стакан с водой; нитки; лягушка.

Ход работы.

1. Влияние силы раздражения на иррадиацию возбуждения.

Приготовьте спинальную лягушку. Смоченную 0,3 % раствором кислоты фильтровальную бумажку, наложить на рецептивное поле сгибательного рефлекса. Наблюдать реакцию и отметить её интенсивность. Смыть водой кислоту. Наложить на то же рецептивное поле бумажку, смоченную 0,5 % кислотой. Опять оценивайте характер реакции: она ускоряется и усиливается; возможно, вовлечение в ответ на это раздражение и второй лапки. Если этого не произошло, то повторите раздражение с использованием 1% кислоты.

Иррадиацию возбуждения можно вызвать, увеличив площадь рецептивного поля, подвергаемую кислотному раздражению. Пронаблюдайте реакцию препарата с проявлением иррадиации возбуждения при погружении всей стопы в раствор 0,5 % серной кислоты.

2. Влияние длительности раздражения на иррадиацию возбуждения.

Одну из задних конечностей лягушки туго перевяжите ниткой в верхней части голени и отрежьте ее ниже места перевязки.

Бумажку, смоченную 0,5 % серной кислотой, наложите на кожу бедра культи. Это раздражение вызывает защитную реакцию, осуществляемую поврежденной конечностью. Отметьте, что сначала наблюдается движение культи, которое не приводит к удалению раздражителя, а затем с продолжающимся действием раздражителя в реакцию вовлекает и другая конечность, с помощью которой удаляется раздражитель.

Рекомендации к оформлению работы: Запишите в тетради методику проведения опыта, результаты и их анализ с объяснением наблюдаемых явлений. Сделайте выводы.

Работа 12 Влияние стрихнина и эфира на ЦНС

Известно, что различные фармакологические вещества и яды по-разному действуют на состояние центральной нервной системы. В работе предлагается пронаблюдать влияние двух веществ, действующих противоположно на возбудимость центральных нервных структур: стрихнина, повышающего возбудимость и эфира, понижающего возбудимость нервной системы.

Цель работы: пронаблюдать действие стрихнина и эфира на деятельность ЦНС.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; штатив с пробкой; 0,1-процентный раствор стрихнина; эфир для наркоза; стеклянный колпак; две лягушки.

Ход работы. Приготовьте спинномозговой препарат лягушки и закрепите его на штативе. Испытайте, реагирует ли лягушка на постукивание по столу рядом со штативом, прикосновение пинцетом к коже спины и лапки и на слабое пощипывание пальцев лапки. В первых двух случаях ответа не должно быть, а на пощипывание обычно наблюдаются слабые сокращения.

Введите под кожу 1 мл раствора стрихнина. Наблюдайте постепенное изменение рефлекторной реакции под влиянием развивающегося отравления. Теперь слабое пощипывание пальцев вызывает сильное сокращение обеих лапок. Прикасайтесь пинцетом к коже лягушки через каждые 1 – 2 минуты. Сначала появляется слабое движение лапок, которое постепенно усиливается и сменяется общей реакцией мышц; особенно усилена реакция разгибателей.

Пронаблюдайте реакцию лягушки на постукивание по штативу или по столу. На легкое дуновение на кожу. При глубокой стадии отравления малейшее раздражение (даже дуновение) вызывает общие судороги. О чем говорит все время усиливающаяся реакция на раздражение?

Отметьте*, как изменяется рефлекторная возбудимость, положение тела* (обратите внимание на тонус сгибателей и разгибателей передних и задних конечностей и мышц спины) по мере усиления действия стрихнина.

Возьмите другую лягушку и, не препарируя, посадите ее под стеклянный колпак, положив туда вату, смоченную эфиром. Сначала под колпаком лягушка проявляет большую

двигательную активность. Приподнимите немножечко колпак и пинцетом переверните лягушку на спину, – она сразу принимает нормальную позу. На пощипывание лапки пинцетом отвечает усилением двигательной активности. Затем наблюдайте *уменьшение возбудимости*, вследствие чего лягушка перестает реагировать на пощипывание и остается в любой приданной ей позе.

Рекомендации к оформлению работы: опишите последовательные этапы выполнения работы, наблюдаемые явления с их объяснением. Сравните тонус мышц и позу стрихнинизированной и наркотизированной лягушек.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение рефлекса.
2. Что называют рефлекторной дугой? Назовите последовательно звенья её.
3. Какова роль каждого звена рефлекторной дуги в осуществлении рефлекса?
4. Будет ли проявляться рефлекс при нарушении функции какого-либо звена рефлекторной дуги?
5. Как обеспечивается изолированность проведения возбуждения в безмякотных и миелинизированных нервных волокнах?
6. Каково биологическое значение двусторонней проводимости нервных волокон?
7. Почему, обладая возможностью двустороннего проведения, афферентные и эфферентные нервные волокна в целостной рефлекторной дуге проводят возбуждение в строго определённом направлении?
8. Что называется суммацией? Какие виды суммации вы знаете?
9. Объясните механизм временной суммации.
10. Стрихнин – яд, действующий на центральную нервную систему. Каков механизм его отравляющего действия?

Занятие 5

Работа 13 Опыт сеченовского торможения

Торможением называется состояние сниженной возбудимости и проводимости нервного центра, вызванное приходящими в нервный центр импульсами. Торможение ограничивает иррадиацию возбуждения и направляет его по определённому пути к эффектору.

Проявления центрального торможения разнообразны. Прежде всего, торможение разделяют на первичные и вторичные формы. Они, в свою очередь, различаются по локализации источника торможения на постсинаптические и пресинаптические. И, наконец, различия проявляются по механизму формирования тормозного процесса: одни виды торможения гиперполяризационные, другие – деполяризационные.

Открытие центрального торможения принадлежит И.М. Сеченову. Он в 1862 г. наблюдал торможение спинномозговых рефлексов при раздражении промежуточного мозга (зрительных бугров) кристалликом поваренной соли. Внешне это выражалось в значительном уменьшении рефлекторной реакции (увеличении времени рефлекса) или ее прекращении. Снятие кристаллика поваренной соли приводило к восстановлению исходного времени рефлекса.

Цель работы: воспроизвести классический опыт И.М. Сеченова, наблюдать торможение спинального рефлекса на кислоту при наложении кристаллика поваренной соли на разрез промежуточного мозга.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; штатив с зажимом и пробкой; секундомер;0,2 % и 0,3 % растворы серной кислоты; кристаллы хлористого натрия; стакан с водой; физиологический раствор; фильтровальная бумага; марлевая салфетка; маленькие ватные шарики; лягушка.

Ход работы. Обнажите головной мозг лягушки. Для этого запеленайте ее салфеткой и возьмите в левую руку так, чтобы указательный и большой пальцы фиксировали череп с боков, а остальные пальцы удерживали лягушку. Сделайте поперечный разрез кожи кзади

от носовых отверстий. От краёв поперечного разреза проведите боковые разрезы вдоль черепа с обеих сторон. Образовавшийся трапециевидный лоскут кожи отогните на спину (Рис.10.А.).

Сделайте поперечный разрез черепной коробки также кзади от ноздрей. Осторожно вскройте черепную коробку, чтобы не повредить мозг. Для этого ножницы держите параллельно крыше черепа, а браншу прижимайте к внутренней поверхности её (Рис.10.Б.).

После вскрытия черепной коробки рассмотрите головной мозг и перережьте его по заднему краю больших полушарий (по линии сеченовского разреза), стараясь сохранить неповрежденными зрительные доли. Отделённые разрезом большие полушария удалить.

Подвесьте лягушку на штативе и заложите полость черепа небольшим ватным шариком. Через 5 – 10 мин определяйте трижды с интервалом в 2 мин время рефлекса по Тюрку, каждый раз записывая результат на черновом листке. Затем рассчитайте среднее время. Концентрацию кислоты предварительно подберите, исходя из реактивности препарата (желательно получать время рефлекса в пределах 4 – 7 с). Потом на разрез зрительных бугров, осушенный предварительно фильтровальной бумагой, наложите кристаллик поваренной соли. Через каждые 20 с несколько раз подряд (меняя погружаемые в кислоту лапки) определяете время рефлекса, пока не убедитесь, что оно значительно увеличилось. Быстро удалите пинцетом с поверхности мозга кристаллик соли и смойте ее остатки физиологическим раствором (лягушку держать головой вниз).

Снова несколько раз определите время рефлекса, пока оно не станет по величине близкой к исходному среднему.

Рекомендации к оформлению работы. Опишите в тетради весь ход работы, а результаты сведите с черновика в таблицу (Таблица 1).

Таблица 1 Время рефлекса в опыте сеченовского торможения

	1-е определение	2-е определение	3-е определение	Среднее время
Время рефлекса до наложения соли				
Время рефлекса при наложении соли				
Время рефлекса после наложения соли				

Проанализируйте внесенные в таблицу данные и сделайте выводы.

Опишите механизм торможения спинального рефлекса на раздражение кожи кислотой.

Работа 14 Торможение рефлексов спинного мозга при сильном афферентном раздражении

Торможение спинномозговых рефлексов может возникнуть не только при раздражении головномозговых структур, как это наблюдалось в предыдущей работе, но и при более сильном, чем кислотный, периферическом раздражении.

Цель работы: проделать опыт, приводящий к торможению рефлекса на кислоту, но без участи головномозговых структур.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; штатив с зажимом и пробкой; секундомер, 0,3 % раствор серной кислоты; лягушка; стакан с водой.

Ход работы. Приготовьте спинномозговую лягушку и подвесьте ее на штативе. Трижды измерьте время рефлекса по Тюрку. Определите среднее время рефлекса. После этого сильно сдавите другую лапку зажимом, пинцетом или просто пальцами и снова определите время рефлекса, не прекращая давления. Если механический раздражитель достаточно

сильный, то рефлекс на кислоту появится с большим увеличением времени рефлекса.

Рекомендации к оформлению работы: проделав работу, сравните показатели времени рефлекса, сделайте вывод и зафиксируйте всё это в тетради. Объясните механизм наблюдавшегося торможения.

Работа 15 Знакомство с доминантным принципом деятельности ЦНС на примере половой доминанты у самца лягушки

Одним из основных принципов деятельности центральной нервной системы является принцип доминанты, выдвинутый А.А. Ухтомским. Доминанта – это очаг повышенной возбудимости в центральной нервной системе и характеризующийся выраженной устойчивостью и способностью оказывать тормозное влияние на другие центры. Доминантный очаг изменяет текущую работу нервных центров путем отклонения на себя импульсов, которые при отсутствии доминанты вызывают другую рефлекторную реакцию. Усиливающий эффект «посторонних» импульсов может иметь место лишь при определенной степени их возбуждающей способности. Слишком сильные импульсы могут перевести доминантный очаг в торможение. Принцип доминанты отражает динамичный характер отношений, складывающихся между различными нервными образованиями в процессе их деятельности.

Доминанта определяет поведение человека и животных в каждый конкретный момент жизни (акты внимания, сосредоточения и др.). Различают и патологические доминанты.

Примером физиологической доминанты может служить обнимательный рефлекс у самцов лягушек во время весеннего икрометания. Однако этот рефлекс можно вызвать и в другое время года, стимулируя деятельность половых желез инъекцией экстракта гипофиза. Обнимательный тонический рефлекс осуществляется у самцов лягушек при раздражении кожи груди и внутренней поверхности передних лап.

Цель работы: используя обнимательный рефлекс самца лягушки наблюдать доминантный принцип деятельности ЦНС и свойства доминантного очага возбуждения.

Материалы и оборудование: лягушки (самцы), стимулятор, раздражающие электроды, препаровальный набор, штатив с пробкой, пневмографическая установка с заменой резиновой манжеты на тонкий баллончик из пальца хирургической перчатки, кимограф, фильтровальная бумага, 0,3 %, 1 % и 10 %-й растворы серной кислоты, физиологический раствор.

Ход работы. У самца лягушки в весеннее время (или в другой период при условии инъекции экстракта гипофиза) удалить большие полушария. Лягушку подвесить на пробке штатива. Приложить баллончик к груди. Наблюдать схватывание баллончика передними лапами и его длительное удерживание.

Раздражать лягушку пощипыванием пинцетом задних конечностей, накладыванием на них бумажки, смоченной 0,3 % серной кислотой или слабым электрическим током путем прикладывания электродов, соединенных со стимулятором. Наблюдать при этом усиление тонуса мышц, участвующих в обнимательном рефлексе, по изменению записи на кимографе, отражающей изменение давления в баллончике. Одновременно отметить **отсутствие специфических рефлексов** сокращения задних конечностей.

Сильное раздражение (10 % серная кислота, существенно сверхпороговая электрическая стимуляция) могут вызвать защитный рефлекс, ослабив тем самым обнимательную реакцию.

Рекомендации к оформлению работы: оформить протокол в тетради, особо детально отразив наблюдения, и их анализ. Сделать констатирующие выводы. Кимограмму перекопировать в тетрадь.

Контрольные вопросы:

1. Каково значение торможения в деятельности ЦНС?

2.Дайте классификацию видов торможения в ЦНС.

3. К какому виду отнесёте торможение, вызванное Силиным периферическим раздражителем (2-я работа этого занятия)?

4. Охарактеризуйте доминанту как общий принцип работы центральной нервной системы.

5. Какими свойствами обладает доминантный очаг?

6. Раскройте роль доминанты в поведении человека.

Занятие 6

Работа 16 Наблюдение за последствиями удаления различных отделов головного мозга у лягушки

Для выяснения роли различных отделов головного мозга в регуляции тонуса скелетных мышц обычно используют методы перерезок и экстирпаций. С их помощью у разных классов позвоночных животных были выявлены общие черты, а также некоторые особенности в механизмах центральной регуляции мышечного тонуса. В частности, оказалось, что удаление у лягушки высшего отдела ЦНС – конечного мозга – существенно не отражается ни на позе, ни на способности животного производить сложные координированные двигательные акты. В отличие от лягушки у обезьяны и человека удаление полушарий большого мозга ведет к отчетливым расстройствам движений.

Бульбарные лягушки утрачивают способность поддерживать естественную для них позу сидения. Тем не менее, у таких лягушек сохраняется один из выпрямительных рефлексов – рефлекс переворачивания со спинки на живот. У млекопитающих он осуществляется при обязательном участии среднего мозга.

Цель работы: Наблюдать, к каким изменениям локомоции, способности проявлять тонические рефлексы приводит последовательная экстирпация отделов головного мозга у лягушки.

Материалы и оборудование: препаровальная дощечка; препаровальный набор; вращающийся столик, большая стеклянная воронка; тарелка; марлевая салфетка, нитки, вата; таз с водой; лягушка.

Ход работы. Сначала наблюдают за естественной позой лягушки, ее реакциями на болевое раздражение, способностью осуществлять сложные локомоторные акты.

Отмечают, что голова ее ориентирована теменем кверху, голова и туловище расположены по продольной оси тела, задние лапки согнуты, передние разогнуты. В ответ на раздражение задней лапки лягушка совершает прыжок – сложный локомоторный акт. Она способна осуществлять целенаправленные движения и самостоятельно.

Сажают лягушку на дощечку, которую затем медленно переводят из горизонтального положения в вертикальное и обратно. Отмечают, что в этих условиях, стремясь сохранить равновесие, лягушка переползает с одной стороны дощечки на другую.

Переворачивают лягушку и кладут на спину. Она принимает нормальную позу.

Вращают лягушку с ускорением в горизонтальной плоскости. Во время вращения лягушка поворачивает голову в сторону, противоположную направлению вращения. В ту же самую сторону изгибается и ее туловище.

Сажают лягушку на дощечку, которую затем быстро то опускают, то поднимают. Отмечают, что в начале подъёма лягушка прижимается к плоскости опоры, а в конце его приподнимается на лапках. В начале и конце спуска наблюдаются противоположные реакции.

Делают заключение о способности лягушки осуществлять выпрямительные, статокинетические рефлексы и сложные локомоторные акты.

Последствия двустороннего удаления конечного мозга. Туловище лягушки заворачивают в марлевую салфетку, затем надрезают кожу позади ноздрей и делают два косых разреза до границы головы и туловища. Кожный лоскут откидывают вниз, под ним виден просвечивающий через кости черепа головной мозг. Маленькими ножницами осторожно, стараясь не повредить мозг, подрезают крышку черепа с обеих сторон и удаляют ее.

Знакомятся с топографией отделов головного мозга. Находят конечный мозг и уда-

ляют его, отделив скальпелем от нижележащих отделов. Края разрезанной кожи подтягивают друг к другу и сшивают.

После операции лишенная конечного мозга лягушка сидит неподвижно, но через 15 – 30 мин ее двигательная активность восстановится и она примет нормальную позу. Если отвести заднюю лапку лягушки в сторону, то она подтягивает ее к туловищу; на сильное болевое раздражение лапки лягушка отвечает либо прыжком, если она находится на суше, либо уплывает, если она помещена в воду. Поглаживание кожи на боковой поверхности туловища вызывает кваканье. *Таким образом, у лишенной конечного мозга лягушки сохраняется нормальная поза и способность совершать сложные локомоторные акты.* Кроме того, у такой лягушки сохраняются выпрямительные рефлексы, а также рефлексы на угловое ускорение.

Последствия одностороннего удаления промежуточного и среднего мозга. Для этого у бесполушарной лягушки глазным скальпелем отделите от продолговатого мозга и удалите с одной стороны промежуточный и средний мозг. Остановите кровотечение ватными тампонами. Через несколько минут проверьте позу, характер локомоции на суше и в воде. Убедитесь в том, что при одностороннем удалении промежуточного и среднего мозга у лягушки *повышается мышечный тонус на стороне экстирпации, вследствие чего она совершает круговые движения на суше, а в воде ещё и поворачивается вокруг своей оси.*

Последствия полного удаления промежуточного и среднего мозга. Лягушка оставляется только с продолговатым и спинным мозгом. Такая лягушка называется бульбарной.

У бульбарной лягушки исчезает ранее наблюдавшееся одностороннее повышение мышечного тонуса. Но поза при посадке неправильная, голова ее опущена вниз, туловище прижато к плоскости опоры. Лягушка утрачивает способность совершать почти все сложные локомоторные акты, все статокинетические и почти все статические рефлексы: она не реагирует прыжком на болевое раздражение (хотя лапки ее приходят в движение), не совершает плавательных движений, утрачивает способность сохранять равновесие и переползать с одной грани дощечки на другую. У бульбарной лягушки отсутствуют «лифтные» рефлексы и рефлекс противовращения. У нее *сохраняется лишь один тонический выпрямительный рефлекс – рефлекс переворачивания*: перевернутая на спинку лягушка, хотя и с нескольких попыток, но все же переворачивается на живот и принимает естественное положение.

Последствия удаления продолговатого мозга у бульбарной лягушки. Для опыта используют бульбарную лягушку предыдущего опыта. Острым скальпелем или препаровальной иглой разрушьте продолговатый мозг. Животное становится спинальным.

У спинальной лягушки поза отсутствует: голова и туловище распластаны на плоскости опоры, мышцы конечностей расслаблены. Исчезает последний статический выпрямительный рефлекс: положенная на спинку лягушка больше не переворачивается. *Сохраняется лишь минимальный мышечный тонус, способность отвечать на раздражение кожи туловища и конечностей простыми сегментарными рефлекторными актами – сгибанием, разгибанием, потиранием и т.п.*

Рекомендации к оформлению работы. Отразите в протоколе основные этапы методики работы и наблюдения на каждом этапе. Изобразите схематически головной мозг лягушки, обозначьте его отделы и места перерезок. В выводах кратко укажите значение каждого из отделов головного мозга в регуляции мышечного тонуса и в осуществлении локомоторных актов у лягушки.

Работа 17 Наблюдение спинальных рефлексов у лягушки

Участок кожи тела, при раздражении которого возникает определенный рефлекс, называется его рецептивным полем. У спинномозговой лягушки при раздражении тех или иных рецептивных полей возникают строго определенные реакции.

Цель работы: исследовать рефлекторную деятельность спинного мозга лягушки, определить рецептивные поля основных его рефлексов.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; штатив с зажимом и пробкой; 0,5 %-й раствор серной кислоты; фильтровальная бумага; стакан с водой; лягушка.

Ход работы. Приготовьте спинномозговую лягушку. Подвесьте ее на штативе, приколов нижнюю челюсть булавкой к пробке.

После того как пройдет шок (послеоперационное угнетение спинного мозга), исследуйте рефлексы спинного мозга при раздражении различных рецептивных полей.

1. При раздражении тыльной поверхности стопы или голени (сдавливанием пинцетом или наложением бумажки, смоченной серной кислотой) возникнет *рефлекс сгибания задней конечности.*

2. При раздражении подошвенной поверхности стопы или голени возникнет *рефлекс разгибания задней конечности.* При слабом раздражении подошвы пинцетом или кисточкой *разгибаются* только пальцы стопы.

3. Потирательный рефлекс возникает при раздражении разных участков кожи. Если бумажку, смоченную раствором серной кислоты, приложить к наружной поверхности бедра или около анального отверстия, возникнет *потирательный* рефлекс задних конечностей. При таком же раздражении боковой стороны туловища возникнет потирательнытй рефлекс той конечности, ближе к которой расположена бумажка, смоченная серной кислотой. *Потирательнытй рефлекс передних лапок* возникает при раздражении кожи между этими лапками.

Рекомендации к оформлению работы: объясните наблюдаемые явления; ход работы, результаты наблюдений и выводы запишите в тетрадь. Желательно схематично зарисовать спинальную лягушку с помеченными рецептивными полями наблюдавшихся рефлексов.

Занятие 7

Работа 18 Наблюдение проприоцептивных спинальных рефлексов у человека

Основу функций нервной системы – от самых простых реакций до наиболее сложных – составляет рефлекторная деятельность, проявляемая сложным взаимодействием безусловных и условных рефлексов.

Безусловными рефлексами называются постоянные и врожденные реакции на различные воздействия из внешней и внутренней среды, осуществляемые через посредство низших отделов ЦНС – спинного мозга, мозгового ствола и подкорковых ганглиев. Те из них, которые отличаются значительным постоянством, используются в клинической практике.

Надбровный рефлекс. Возникает при ударе неврологическим молоточком по краю надбровной дуги. Рефлекторная дуга его: глазной нерв (I ветвь тройничного нерва), чувствительное ядро тройничного нерва, двигательное ядро лицевого нерва, лицевой нерв. Ответная реакция – смыкание век.

Корнеальный рефлекс. Возникает при осторожном прикосновении ваткой либо мягкой бумагой к роговице над радужной оболочкой. Рефлекторная дуга та же, что и у надбровного рефлекса. Ответная реакция – смыкание век.

Нижнечелюстной рефлекс. Возникает при постукивании молоточком по подбородку при слегка открытом рте. Рефлекторная дуга: чувствительные волокна нижнечелюстного нерва (III ветвь тройничного нерва), чувствительное ядро тройничного нерва, двигательное его ядро в мосту, двигательные ветви тройничного нерва. Ответная реакция – сокращение жевательных мышц.

Рефлекс с сухожилия сгибателя верхней конечности. Возникает при ударе неврологическим молоточком по сухожилию двуглавой мышцы в локтевом сгибе. Рефлекторная дуга: мышечно-кожный нерв, V и VI шейные сегменты спинного мозга. Ответная реакция – сокращение мышц и сгибание руки в локтевом суставе.

Рефлекс с сухожилия разгибателя верхней конечности. Возникает в результате

удара молоточком по сухожилию трехглавой мышцы. Рефлекторная дуга: мышечно-кожный нерв, VII и VIII шейные сегменты спинного мозга. Ответная реакция – сокращение трехглавой мышцы плеча и разгибание руки в локтевом суставе.

Коленный рефлекс. Возникает при ударе молоточком по связке надколенника ниже коленной чашечки. Рефлекторная дуга: бедренный нерв, III и IV поясничные сегменты спинного мозга. Ответная реакция – сокращение четырехглавой мышцы бедра и разгибание голени.

Ахиллов рефлекс. Вызывается ударом молоточка по пяточному (ахиллову) сухожилию. Рефлекторная дуга: большеберцовый нерв (ветвь седалищного нерва), I и II крестцовые сегменты. Ответная реакция – сгибание стопы.

Цель работы: ознакомиться с техникой определения некоторых проприцептивных спинальных рефлексов (коленного, с ахиллова сухожилия, с бицепса и трицепса) у человека. Студенты работают парами, в которых каждый выступает поочередно как испытуемый и как экспериментатор.

Материалы и оборудование: неврологический молоточек, работа проводится на человеке.

Ход работы.. 1. Для определения коленного рефлекса испытуемому предлагают сесть на стул и положить ногу на ногу. Наносят легкий удар неврологическим молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы (под коленной чашечкой). Сравнивают рефлексы слева и справа.

2. Определение ахиллова рефлекса производится у испытуемого, стоящего коленями на стуле. Ступни ног свободно свисают. Неврологическим молоточком наносится легкий удар по пяточному (ахиллову) сухожилию. Отмечают, сгибаются ли стопы.

3. При определении локтевого рефлекса полусогнутая и **расслабленная** рука испытуемого опирается локтем на ладонь экспериментатора, а кисть тыльной частью лежит на плече его. Большой палец руки экспериментатора ложится на сухожилие двуглавой мышцы испытуемого. Удар молоточком наносится по большому пальцу экспериментатора. Отметить, сгибается ли предплечье.

4. При определении рефлекса с трехглавой мышцы плеча экспериментатор становится сбоку от испытуемого, отводит пассивно его плечо кнаружи до горизонтального уровня и поддерживает его левой рукой у локтевого сгиба так, чтобы предплечье свисало под прямым углом. Удар неврологическим молоточком наносится у самого локтевого сгиба. Отметить, разгибается ли предплечье.

Рекомендации к оформлению работы: описать технику обнаружения наблюдаемых рефлексов; нарисуйте схему рефлекторной дуги соматического спинального рефлекса, обозначьте её основные звенья. Справа от схемы напишите названия изучаемых спинномозговых рефлексов и для каждого из них сегментарный уровень расположения его центра.

Работа 19 Наблюдение позно-тонических, выпрямительных и статокинетических рефлексов у животных

Существует два типа соматических рефлексов – фазные и тонические.

Фазные рефлексы являются основой сложных координированных локомоторных актов. Они обеспечивают перемещение тела (ходьбу, плавание, бег) или его частей в пространстве.

Тонические рефлексы направлены на сохранение естественной позы, т.е. определенной ориентации тела в пространстве, определенного взаимного расположения его частей (у человека – выпрямление позвоночника, стояние на двух ногах, вертикальное положение головы). Они возникают при изменении ориентации головы по отношению к туловищу, при изменении позы, а также в случае перемещения тела в вертикальной или горизонтальной плоскостях как по прямой, так и по кругу.

Тонические рефлексы в свою очередь подразделяются на статические и статокинетические. Наиболее выражены они у децеребрированных животных.

Статические рефлексы возникают при пассивных и активных изменениях положения тела, не связанных с его перемещением в пространстве. К их числу относятся рефлексы положения (позно-тонические) и выпрямительные. Позно-тонические рефлексы возникают при изменениях положения головы по отношению к туловищу. В этих условиях в связи с перемещением центра тяжести тела появляется опасность нарушения равновесия. Одновременно раздражаются отолитовый аппарат вестибулярного анализатора, проприорецепторы мышц и сухожилий, а также кожные рецепторы шеи, что и дает начало позно-тоническим рефлексам. Эти рефлексы приводят к перераспределению тонуса мышц шеи, туловища и конечностей, что обеспечивает поддержку той части тела, куда сместился центр тяжести.

При активных поворотах головы перераспределение мышечного тонуса создает базу для последующего перемещения всего тела. Поэтому у хорошо тренированного спортсмена поворот головы всегда предшествует повороту туловища. Если же с помощью гипсового воротника его исключить, то движения туловища утрачивают быстроту и точность.

Выпрямительные рефлексы возникают при нарушении нормальной позы, например, при повороте тела на 90° или на 180° (положение на боку иди на спинке). Они представляют собой цепь тонических рефлексов, направленных на восстановление нормальной позы.

Статокинетические рефлексы возникают в результате активного или пассивного перемещения тела в пространстве и направлены на сохранение равновесия. В зависимости от характера движения эти рефлексы подразделяются на 2 группы. Одни возникают под влиянием линейного ускорения во время поступательного движения, другие – под влиянием углового ускорения во время вращения. Статокинетические рефлексы, возникающие под влиянием линейного ускорения – это рефлексы спуска и подъема («лифтные»), а также рефлексы приземления. Они обусловлены раздражением рецепторов отолитового аппарата и отчасти рецепторов полукружных каналов. В начале подъема под действием положительного ускорения происходит непроизвольное сгибание конечностей и опускание головы и туловища; в конце подъема под действием отрицательного ускорения наступает разгибание конечностей, голова и туловище при этом приподнимаются. При спуске описанные выше реакции сменяют друг друга в обратной последовательности. Это и есть «лифтные» рефлексы.

Рефлекс приземления возникает в безопорной фазе вертикального прыжка, когда животное находится в воздухе, его конечности разгибаются и направляются вперед, готовясь принять на себя тяжесть тела. Упав, оно пружинит конечностями и этим предохраняет голову и туловище от удара о землю.

Цель работы: Исследовать разнообразные тонических рефлексы, что можно осуществить, используя различных животных. Наиболее подходят для наблюдения статических и статокинетических тонических рефлексов морская свинка и кролик, а некоторые статокинетические рефлексы, возникающие под влиянием углового ускорения, удобно изучать на лягушке.

Материалы и оборудование: салфетка из полиэтиленовой пленки, вращающийся стул или столик, большая воронка, таз с водой, дощечка размером 10×10 см, морская свинка или кролик, лягушка.

Ход работы.

1.*Наблюдение статических рефлексов.*

А. *Рефлексы позы*. Сажают морскую свинку (или кролика) на салфетку из пленки и изучают естественную позу животного. Передние и задние лапки у согнуты и приведены к туловищу, голова ориентирована теменем кверху; голова, шея и туловище располагаются по продольной оси тела.

Взяв морскую свинку за мордочку, поднимают ее голову вверх. Отмечают, что в этих условиях повышается тонус мышц разгибателей передних конечностей, лапки животного разгибаются. Задние же лапки уменьшают разгибательный тонус. Опускание головы вниз приводит к обратному распределению разгибательного тонуса: в передних конечностях он

падает (животное опускает переднюю часть тела), а в задних тонус возрастает, что проявляется в подъёме задней части тела.

Эти тонические рефлексы относятся к классификационной группе *шейных тонических рефлексов*. Они возникают с проприорецепторов мышц шеи и отолитового аппарата. Центры их расположены в продолговатом мозге, преимущественно в вестибулярных ядрах. Другие рефлексы этой группы в хорошо выраженном виде можно наблюдать только на *децеребрированном* животном.

Б. *Выпрямительные рефлексы*. Первейший из них – это *рефлекс удержания головы теменем кверху.* Пронаблюдайте его в опыте.

Осторожно положите морскую свинку на один бок, прижимая голову и туловище ладонью к плоскости опоры; удерживайте ее в этом положении до тех пор, пока она не успокоится. Затем голову освободите (Рис.14.). Отметьте, что она принимает нормальное положение – теменем кверху.

Поднимите животное вверх, придерживая снизу под грудкой и сверху за таз. Опустите зад свинки до вертикального положения туловища, – голова остается теменем кверху. Переведите туловище морской свинки в вертикальное положение головой вниз, поднимая ее таз. Отметьте, что и в этих условиях голова остаётся в нормальном положении – теменем кверху. Это рефлекс с отолитового аппарата на мышцы шеи. Центр его – в красных ядрах среднего мозга.

Реализация рефлекса поворота головы теменем кверху в свою очередь вызывает выпрямительные рефлексы с проприорецепторов мышц, сухожилий шеи и кожных рецепторов туловища на мышцы туловища и конечностей.

Укладываем морскую свинку на один бок, прижимая голову и туловище ладонью. Затем освобождаем голову и плечевой пояс: голова немедленно поворачивается теменем кверху, а за нею и передняя часть туловища. После этого освобождаем заднюю часть туловища. Отметьте, что свинка принимает естественную позу, приподнимаясь на лапках и поворачивая туловище на 90° спинкой кверху.

Поднимите морскую свинку вверх, поверните ее спинкой книзу и отпустите, предоставляя возможность свободного падения. Голова животного тут же принимает исходное положение (теменем кверху); вслед за ней поворачивается передняя часть туловища и передние лапки, а затем таз и задние лапки. Животное переворачивается в воздухе на 180° и приземляется на все четыре лапки.

2. *Наблюдение статокинетических рефлексов.*

А. Статокинетические рефлексы, возникающие под влиянием линейного ускорения («лифтные», рефлексы приземления). Убедиться в существовании «лифтных» рефлексов и рефлекса приземления можно на морской свинке или кролике.

Поместить морскую свинку на дощечку и изучить ее позу: передние и задние лапки у нее согнуты, голова приподнята. Быстро перемещать свинку вместе с площадкой то вверх, то вниз. При этом наблюдайте, как именно меняется положение ее туловища, головы, лапок. Отметьте, что в начале быстрого спуска передние и задние лапки у свинки выпрямляются, а туловище и голова приподнимаются. В момент внезапной остановки в конце спуска лапки сгибаются, голова и туловище прижимаются к плоскости опоры. При подъеме описанные выше рефлекторные реакции чередуются в обратном порядке.

Возьмите морскую свинку и удерживайте ее в воздухе под грудкой и за таз: лапки ее полусогнуты и свисают. Затем быстро продвигайте ее по направлению к земле. Отметьте, что во время движения передние и задние лапки животного разгибаются и вытягиваются вперед, а пальцы расходятся веером. Это и есть рефлекс приземления.

Б. Статокинетические рефлексы, возникающие под влиянием углового ускорения.

Убедиться в существовании статокинетических рефлексов на положительное и отрицательное угловое ускорение удобнее на лягушке.

Лягушку посадите на вращающийся столик, покрыв сверху большой воронкой, и

быстро вращайте. Отметьте, что в начале вращения, голова лягушки поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения. Вслед за головой в ту же сторону изгибается туловище. Нередко удается наблюдать, как, реагируя на положительное угловое ускорение, лягушка ползет по кругу в сторону, противоположную направлению вращения. После окончания вращения у лягушки восстанавливается исходная поза.

Опустите лягушку в таз с водой, стоящий на вращающемся стуле. Отметьте, что во время вращения лягушка уплывает в противоположную вращению сторону.

Рекомендации к оформлению работы: опишите методику работы и наблюдаемые Вами статические и статокинетические рефлексы. Укажите их рецептивные поля, центры и назначение этих рефлексов.

Работа 20 Наблюдение за последствиями одностороннего повреждения мозжечка у голубя

Мозжечок у птиц чрезвычайно развит по размерам, что соответствует той сложной координации мышечного тонуса и движений, характерных для летающих пернатых. Хотя эволюционно он проще, чем у млекопитающих.

Однако поражения мозжечка приводят к сходным симптомам нарушений в тонусе мышц и двигательной функции независимо от уровня эволюционного развития его. Основными симптомами нарушения деятельности мозжечка после полного его разрушения являются *атония, астения, астазия и атаксия.*

Цель работы: исследование нарушений, возникающих после одностороннего повреждения мозжечка введением в него препаровальной иглы.

Материалы и оборудование: голубь, полотенце или большая марлевая салфетка, препаровальная игла.

Ход работы. Голубя запеленать в полотенце или салфетку, оставив свободной голову и краниальный участок шеи. Пригнув голову голубю, определить место проекции на затылочной части черепа мозжечка. В центральную точку одной из половин этой проекции перпендикулярно кости ввести препаровальную иглу, после прокола кости углубив её не более чем на 5 мм. Через 5 – 10 мин после операции уже можно проводить наблюдение.

Прежде всего, бросается в глаза нарушение соотношения тонуса правой и левой половины тела. Крыло и лапа одной стороны (оперированной) вытянуты, т.е. преобладает тонус мышц разгибателей конечностей. Из-за преобладания разгибательного тонуса мышц шеи и туловища на оперированной стороне и голова голубя запрокинута назад и вбок. Голубь все время пытается двигаться и при этом кружится в ту сторону, на которой нарушен мозжечок («манежные» движения). Через несколько дней тяжелые явления нарушений сглаживаются, но неловкие движения и наклонность производить движения по кругу остаются.

Первые 2 – 3 дня голубя надо кормить и поить искусственно.

Рекомендации к оформлению работы. Записать наблюдения и сделать выводы.

Контрольные вопросы:

1. Какой отдел мозга лягушки координирует сложную локомоторную деятельность?
2. Каковы последствия удаления и функциональное значение промежуточного и среднего мозга?
3. Каковы последствия удаления и функциональное значение продолговатого мозга?
4. Какие соматические функции регулирует продолговатый мозг у лягушки? У млекопитающих?
5. Дайте определение рецептивного поля рефлекса.
6. Какие соматические рефлексы проявляет спинной мозг лягушки?
7. Какие нейроны образуют рефлекторную дугу сухожильных рефлексов у человека?
8. . Каково функциональное значение красных ядер среднего мозга?

9. . Какую роль в перераспределении мышечного тонуса играют рефлексы с проприорецепторов шейных мышц?

10. Какое значение имеет афферентация с отолитов? Рецепторов полукружных каналов?

11. Опишите подробно процессы при осуществлении выпрямительных рефлексов.

12. Где местоположение центра статокинетических рефлексов?

13. Почему при одностороннем выключении красных ядер нарушения мышечного тонуса проявляются на противоположной стороне, а одностороннее поражение мозжечка влечёт нарушение тонуса на оперированной стороне?

14. Какие симптомы свидетельствуют о нарушениях функций мозжечка у млекопитающих?

Тема 4. Физиология ВНД и анализаторов

Тест «Нервная система» (10 минут)

Занятие 8

Работа 21 Выработка условного мигательного рефлекса у человека и наблюдение угасательного торможения

Механическое раздражение роговицы и склеры вызывает безусловный мигательный рефлекс. На базе этого безусловного рефлекса можно выработать условный рефлекс. В качестве условного раздражителя может служить звонок. Для получения безусловного мигательного рефлекса можно использовать простое приспособление для раздражения роговицы и склеры прерывистой струей воздуха.

Цель работы: ознакомиться с методикой выработки условных рефлексов и выработать условный мигательный рефлекс у человека.

Материалы и оборудование: очковая оправа, резиновая трубка, небольшая стеклянная трубка с оттянутым и согнутым под прямым углом кончиком, резиновая груша, звонок. Испытуемый – человек.

Ход работы. Испытуемому надеть очковое приспособление для получения прерывистой струи воздуха так, чтобы конец трубочки был направлен на наружный угол глаза (но не касался его!). Надавливая на грушу, обдувайте наружный угол глаза струей воздуха. В ответ появляется безусловный рефлекс. Если рефлекс не вызывается, надо изменить положение трубки, увеличить подачу воздуха усиливая давление на грушу, добиваясь появления мигательного рефлекса при каждом раздражении. От испытуемого желательно отгородить экраном звонок и резиновую грушу.

Включите звонок и убедитесь, что он является индифферентным для рефлекса моргания. После этого создайте максимально возможные спокойные условия (отсутствие посторонних шумов и прочих раздражителей) и приступайте к выработке условного рефлекса. Включая на 5 – 7 секунд звонок, через 2 с после включения подкрепляйте его струёй воздуха на глаз, нажимая на грушу. Через 15 – 20 с повторяете это сочетание раздражителей. После 6-8 сочетаний при очередном включении звонка *на грушу не нажимайте*. Несмотря на отсутствие безусловного раздражителя, наблюдается мигание.

Повторите 2 – 3 раза сочетание звонка с обдуванием глаза воздухом и снова включение звонка не подкрепляйте безусловным раздражителем. Опять наблюдается мигание при отсутствии обдувания глаза струей воздуха. Продолжайте с теми же интервалами включать звонок без подкрепления его обдуванием. Отметьте через сколько включений условный рефлекс угасает, т.е. прекратится мигание в ответ на звонок.

Рекомендации к оформлению работы. В протоколе опишите методику работы, отметьте через сколько сочетаний выработался условный рефлекс и как скоро насту пило его угасание. Сделайте выводы об условиях выработки условных рефлексов и их угасания.

Работа 22 Выработка условного зрачкового рефлекса на звонок и слово «звонок»

У человека, в отличие от животных, условные рефлексы могут вырабатываться не

только на явления и предметы окружающего мира, т.е. на раздражители первой сигнальной системы, но и на значение слова, т.е. на раздражитель второй сигнальной системы. Другими словами, у человека условные рефлексы могут вырабатываться как в первой, так и во второй сигнальной системе.

Условные рефлексы второй сигнальной системы вырабатываются, как правило, на базе условных рефлексов первой сигнальной системы. При этом если вырабатывается на какой-то раздражитель новый условный рефлекс в первой сигнальной системе, то слово, обозначающее этот раздражитель, может вызвать такой же рефлекс без специальной выработки данного рефлекса на это слово, т.е. этот условный рефлекс одновременно оказывается выработанным уже и во второй сигнальной системе.

Цель работы: выработка *вегетативного* условного рефлекса. Убедиться в том, что при выработке условного зрачкового рефлекса на звонок в первой сигнальной системе одновременно вырабатывается и условный зрачковый рефлекс на слово «звонок» во второй сигнальной системе.

Материалы и оборудование: испытуемый (желательно с четкой зрачковой реакцией на свет и светлой окраской радужной оболочки глаз), звонок, небольшой ручной экран для затемнения глаза испытуемого.

Ход работы. Усадите испытуемого напротив себя лицом к окну или к настольной лампе. Предложите испытуемому закрыть один глаз экраном и убедитесь в наличии безусловного зрачкового рефлекса на свет (при закрытии глаза экраном зрачок другого расширяется, а при отодвигании экрана в сторону от глаза зрачок суживается).

Включите звонок, затем громко произнесите слово «звонок», убеждаясь в индифферентности этих раздражителей по отношению к зрачковому рефлексу. После этого приступайте к выработке условного зрачкового рефлекса на звонок.

Испытуемому ладонью закрыть один глаз ладонью **на всё время эксперимента**. Включите звонок и сразу же закройте свободный глаз испытуемого экраном. Через 10 – 15 с выключите звонок и отодвиньте экран от глаза. Через 20 – 30 с снова включите звонок и закройте глаз экраном на 10 – 15 с. Повторяйте такие сочетания через равные интервалы времени 12 – 15 раз. Затем очередное включение звонка **не сопровождайте затемнением глаза** экраном. Наблюдайте *расширение зрачка*, несмотря на освещение глаза, т.е. проявляется условный зрачковый рефлекс на звонок.

Закрепите выработанный условный рефлекс дополнительными тремя – пятью сочетаниями звонка с затемнением глаза, а затем вместо включения звонка громко произнесите слово «звонок» без затемнения глаза. Наблюдайте расширение зрачка, т.е. условный зрачковый рефлекс на слово «звонок».

Рекомендации к оформлению работы. В протокол запишите ход опыта и дайте объяснение наблюдаемым фактам.

Контрольные вопросы:

1. Что такое условный рефлекс?
2. Каков механизм образования условного рефлекса?
3. Какие есть правила выработки условных рефлексов?
4. Какие бывают виды условных рёфлексов?
5. Какие бывают виды торможения условных рефлексов?
6. Каково биологическое значение условных рефлексов?
7. Что такое первая и вторая сигнальные системы?
8. Что является раздражителем для первой сигнальной системы?
9. Что является раздражителем для второй сигнальной системы?

Занятие 9

Темы докладов

1. Классификации рецепторов

2. Значение рецепторов в жизни животных и человека

Работа 23 Обнаружение различных видов рецепторов кожи

В коже человека находятся рецепторы тактильной, болевой и температурной чувствительности. Все эти рецепторы расположены по поверхности тела неравномерно.

Тактильных рецепторов больше всего на кончиках пальцев, губах, кончике носа, языка, на ладонях. Меньше всего – на спине. В среднем на 1 см^2 поверхности кожи приходится 25 тактильных рецепторов.

Болевых рецепторов на каждом квадратном сантиметре поверхности кожи около 50.

Терморецепторы разделяются на холодовые и тепловые. Холодовые терморецепторы располагаются в поверхностных слоях кожи (на глубине 0,16 мм) и общее число их доходит до 250000 (в среднем 12 рецепторов на 1 см^2). Тепловых рецепторов около 30000 (в среднем 1 – 2 рецептора на 1 см^2) и располагаются они в более глубоких слоях кожи (около 0,3 мм). Меньше всего терморецепторов в коже лица, больше всего – в коже конечностей.

Цель работы: обнаружение в коже рецепторов разных видов чувствительности, исследование частоты их распределения по разным участкам кожи.

Материалы и оборудование. Термод – небольшая стеклянная пробирка, верхняя часть которой закрывается пробкой, а в дно впаян стержень из металла с высокой теплопроводностью (вместо термода можно использовать нагретые или охлажденные тупоконечные препаровальные иглы), горячая вода, лед, линейка, острые препаровальные иглы.

Ход работы. Работа выполняется вдвоем. На коже тыльной части кисти испытуемого начертить квадрат со стороной 1 см. Площадь кожи в этом квадрате и подлежит исследованию.

Испытуемый закрывает глаза. Острой препаровальной иглой с минимальным нажимом последовательно воздействуют на кожу по всему выделенному квадрату, фиксируя по ощущениям испытуемого количество болевых и осязательных точек.

В этом же квадрате точечно прикладывают к коже (по всем участкам последовательно) металлический кончик термода, заполненного горячей водой (или использовать тупоконечные иглы, нагретые в горячей воде). При каждом прикосновении испытуемый должен сообщать, что он ощущает – прикосновение или тепло. Подсчитывают количество точек, при воздействии на которые испытуемый ощущает тепло, а не прикосновение. Аналогично определить количество холодовых точек, воздействуя на кожу термодом со льдом или иглами, предварительно охлажденными во льду.

Рекомендации к оформлению работы. Опишите ход работы, занесите полученные результаты в таблицу 4, обобщите наблюдения и сделайте выводы.

Таблица 4 Количество рецепторов кожи

Модальность рецепторов	Количество на 1 см^2 кожи
Тактильные Болевые Тепловые Холодовые	

Работа 24 Определение пространственных порогов тактильной чувствительности кожи (эстезиометрия)

Тактильная чувствительность изучается методом эстезиометрии. Различают пространственную чувствительность, которая характеризуется пространственным порогом, и чувствительность, которая определяется по силовому порогу. Под пространственным порогом тактильной чувствительности или порогом дискриминации (различения) понимают то

наименьшее расстояние между двумя точками кожи или слизистой оболочки, при одновременном раздражении которых возникает ощущение двух прикосновений. Он характеризует пространственно различительную способность кожи и слизистой оболочки, зависящую от густоты расположения в них тактильных рецепторов.

Установлено, что наибольшей различительной способностью обладают: кончик языка, губы – 1-1,2 мм; подушечки пальцев – 1,5 – 2 мм; ладонная поверхность пальцев – 2,2 – 2,5 мм; середина ладони – 8,9 мм; тыльная поверхность кисти руки – 31 мм; предплечье, голень – 40,5 мм; спина – 54,1 мм; бедро, плечо – 67,6 мм.

Цель работы: использовать метод эстезиометрии для определения удельной плотности расположения тактильных рецепторов на разных участках поверхности кожи.

Материалы и оборудование: эстезиометр (циркуль Вебера), вата, спирт. Работа проводится на человеке.

Ход работы. Испытуемого, сидящего на стуле, просят закрыть глаза. Эстезиометром с максимально сведенными ножками прикасаются к определенному участку кожи или слизистой оболочки. Необходимо следить за тем, чтобы обе ножки эстезиометра прикасались одновременно и с одинаковым давлением. Повторяют прикосновение, постепенно раздвигая ножки эстезиометра (каждый раз увеличивая на 1 мм), находят то минимальное расстояние, при котором возникает ощущение двух раздельных прикосновений.

Определение пространственных порогов произвести на коже кончика (подушечке) пальца, ладонной и тыльной поверхностях кисти, на латеральной поверхности предплечья, слизистой оболочке кончика языка, губах, на коже кончика носа, лба, задней и наружной поверхности шеи.

Рекомендации к оформлению работы. Найденные величины порогов пространственной чувствительности занесите в таблицу. Пороги дискриминации разных участков поверхности тела проанализировать, исходя из степени представительства этих участков кожи в корковом конце соматосенсорного анализатора.

Таблица 5 Показатели пространственной тактильной чувствительности кожи

Исследуемые участки	Пространственный порог чувствительности, мм
Кончик пальца Ладонная поверхность кисти Тыльная поверхность кисти Кожа предплечья Кончик языка Губы Кончик носа Кожа лба Задняя сторона шеи Боковая сторона шеи	

Сравните полученные результаты и объясните их различия.

Работа 25 Наблюдение явления адаптации и последовательного контраста температурных рецепторов кожи

Большинство рецепторов обладает способностью адаптироваться, «привыкать» к постоянно действующему стимулу. Адаптация рецепторов проявляется в том, что при длительном и неизменном раздражении изменяется уровень их возбудимости. При этом рецепторы сохраняют способность реагировать на любое изменение параметров раздражения.

Температурная адаптация кожных рецепторов проявляется в изменении интенсивности ощущения при продолжающемся раздражении или после его окончания. При длительном действии теплового или холодового раздражителей соответствующие тепловые и холодовые рецепторы кожи становятся менее чувствительными к данному раздражению.

Цель работы: на примере терморецепторов кожи наблюдать явление адаптации и последовательного контраста.

Материалы и оборудование: 3 сосуда с водой различной температуры (10, 25, 40 °С), секундомер, полотенце.

Ход работы. Опустите кисти правой и левой рук на 30 – 40 с в сосуды с диаметрально противоположной температурой воды: горячую (40 °С) и холодную (10 °С). Затем перенесите обе руки в воду, нагретую до 25 °С. При этом возникает ощущение контраста (рука, находившаяся в холодной воде, ощущает тепло, другая рука, находившаяся в горячей воде, ощущает холод).

Рекомендации к оформлению работы. Запишите опыт в протокол. Отметьте явление контраста. Объясните полученные результаты.

Контрольные вопросы

1. Какие виды рецепторов находятся в коже?
2. Рассмотрите понейронно проводящие пути от рецепторов разной модальности к коре больших полушарий.
3. Какова удельная плотность и возбудимость кожных рецепторов для разных участков поверхности кожи? От чего она зависит?
4. Что такое пространственный порог дискриминации тактильных рецепторов? От чего он зависит?
5. Какое биологическое значение имеет адаптация рецепторов?
6. Каков механизм адаптации рецепторов, сенсорной системы в целом?

Занятие 10

Работа 26 Аккомодация хрусталика

Под *аккомодацией* глаза понимают способность глаза настраиваться для четкого видения предметов как близких, так и дальних. В основе аккомодации лежит способность хрусталика изменять оптическую силу за счет изменения своей передней и задней кривизны. Для ясного видения предмета лучи, отраженные от каждой его точки, должны быть сфокусированы на сетчатке. Если смотреть вдаль, то близкие предметы видны неясно, расплывчато, так как лучи от ближних точек фокусируются за сетчаткой. *Одинаково ясно видеть одновременно разно удаленные от глаза предметы невозможно.* В этом легко убедиться с помощью простых опытов.

Цель работы: используя разные варианты опытов, убедиться в необходимости аккомодации хрусталика для четкого видения ближних и удаленных предметов.

Материалы и оборудование: ширма из тонкого картона или плотной бумаги с двумя сделанными иголкой отверстиями (между центрами отверстий не более 2 *мм),* 25 – 30-сантиметровые полоски марли или бинта, булавки, карандаш.

Ход работы. Через натянутую полоску бинта или марли смотрят на печатный текст, находящийся на расстоянии около 50 *см* от глаза. Текст легко читается, но не видны переплетения нитей бинта. Если же фиксировать взгляд на нитях, то невозможно читать текст под ними: буквы расплываются. Следовательно, нельзя одинаково ясно видеть буквы и рисунок сетки одновременно.

Опыт Шейнера.

Возьмите ширму с отверстиями. Поднесите ее как можно ближе к одному глазу. Через отверстия ширмы фиксируйте им (другой глаз закрыть) вертикально удерживаемый на расстоянии 2 – 3 м от глаза карандаш (или какую-нибудь стойку, вертикальную часть переплета оконной рамы). На расстоянии 20 – 30 см от глаза подведите снизу до уровня взгляда направленную острием вверх препаровальную иглу, продолжая фиксировать взглядом карандаш. Обратите внимание на двоение иголки. Переведите взгляд на иглу, – ее вы видите четко, но теперь двоится карандаш.

Рекомендации к оформлению работы. Выполнив, оформите работу в протоколе. Нарисуйте схему преломления лучей хрусталиком глаза при рассматривании близко и далеко расположенных предметов, объясните физиологические механизмы аккомодации.

Контрольные вопросы

1. Что называется аккомодацией?
2. В чем заключается процесс аккомодации?
3. Какой формы хрусталик при взгляде вдаль? А при рассматривании ближнего предмета?
4. Каков механизм изменения способности хрусталика преломлять световые лучи?

Работа 27 Определение остроты зрения

Под остротой зрения понимают способность глаза различать две близко расположенные друг от друга точки как раздельные. Нормальный глаз способен различать две близкие точки раздельно под углом зрения 1′ (1 минута=1/60 градуса). Это связано с тем, что для раздельного видения двух точек необходимо, чтобы между двумя возбужденными колбочками находилась минимум одна невозбужденная. Вследствие того, что диаметр колбочек равен 3 *мкм*, для раздельного видения двух точек необходимо, чтобы расстояние между изображениями этих точек на сетчатке составляло не менее 4 – 5 *мкм*. Такая величина изображения получается именно при угле зрения 1′. Поэтому при рассматривании под углом зрения менее 1′ две светящиеся точки сливаются в одну.

Цель работы: ознакомиться с методикой определения остроты зрения с использованием стандартных таблиц; произвести определение остроты зрения каждого глаза и выразить в принятых условных единицах.

Материалы и оборудование: специальные буквенные таблицы для определения остроты зрения (таблица Сивцева), рулетка на 5 м, указка, щиток для закрывания глаза.

Ход работы. Для определения остроты зрения используют стандартные таблицы с буквенными знаками, которые расположены в 12 строк. Величина букв в каждой строке убывает сверху вниз. Слева каждой строки стоит цифра следом за буквой **D**, обозначающая расстояние, с которого нормальный глаз различает буквы данной строки под углом зрения 1′ (например, у десятой строки D=5 обозначает, что данную строку при нормальном зрении нужно видеть на расстоянии не менее 5 метров). Таблицу вешают на хорошо освещенной стене. Испытуемый садится на стул на расстоянии 5 м от таблицы и закрывает один глаз щитком. Экспериментатор указкой показывает испытуемому буквы и просит их называть. Определение начинают с верхней строчки и, опускаясь вниз, находят самую нижнюю строку, все буквы которой испытуемый отчетливо видит и правильно называет в течение 2 – 3 *с*. Остроту зрения рассчитывают по формуле: $\boldsymbol{V = d / D}$, где $\boldsymbol{V}$ – острота зрения, $\boldsymbol{d}$ – расстояние испытуемого от таблицы, $\boldsymbol{D}$ – расстояние, с которого нормальный глаз должен отчетливо видеть данную строку. Если, к примеру, испытуемый с 5 метров различает все буквы 10-ой строки, которую, как описано выше, должен видеть человек с нормальным зрением с 5 метров, то 5/5 = 1 (норма зрения). А если испытуемый различает только пятую строчку, для нормального глаза доступную с 12,5 *м*, то V = 5/12,5 = 0,4.

Определяют остроту зрения каждого глаза в отдельности и бинокулярно.

Рассчитанная таким образом острота зрения выражена в условных единицах. Норма зрения в них равна 1,0 – 1,25, ниже 0,8 – пониженная острота зрения.

Для детей дошкольного возраста, не знающих букв, определение остроты зрения ведется по таблицам Орловой, на которых вместо букв изображены, как и на «взрослых» таблицах, 12 рядов убывающих по размерам определенных картинок.

Рекомендации к оформлению работы. Методику исследования и полученные результаты запишите в тетрадь протоколов опытов. Зафиксируйте и показатели нормы зрения в угловых и условных единицах. Сравните их со своими экспериментальными результатами, сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Что называют остротой зрения?
2. Какова норма остроты зрения в угловых единицах? От чего она зависит?

3. Что означают условные единицы остроты зрения?

Работа 28 Обнаружение слепого пятна по Мариотту и определение его диаметра

Возникновение зрительных ощущения связано с действием света на сетчатку, которая является свето- и цветовоспринимающей структурой глаза. Сетчатка имеет весьма сложное строение и состоит из разнообразных клеточных элементов, образующих слои (в сетчатке глаза человека их десять). Собственно светочувствительными элементами глаза являются *палочки* и *колбочк.* Возникающие в них импульсы возбуждения принимаются через *биполярные* клетки *ганглиозными* клетками, аксоны которых, объединившись в зрительный нерв, передают их в мозговые структуры. Сетчатка в месте выхода зрительного нерва из глазного яблока не содержит светочувствительных элементов, вследствие чего участок этот называется *слепым пятном.* Его наличие в обычных условиях не замечается, так как пробел в поле зрения мал по площади и компенсируется деятельностью соседних участков сетчатки. Однако его существование с легкостью обнаруживается в классическом, опыте Мариотта, выполненном еще в XVII веке.

Цель работы: ознакомиться с опытом Мариотта; обнаружить слепое пятно, получить данные для расчета его диаметра.

Материалы и оборудование. Таблица Мариотта для обнаружения слепого пятна, сантиметровая линейка.

Ход работы.

Для доказательства существования слепого пятна пользуются специальным чертежом, на котором изображены на сплошном черном фоне белый круг (обычно слева) и крестик (обычно справа). Взять рисунок в вытянутую руку и поместить его перед глазами на расстоянии 20 – 25 *см.* **Закрыть правый глаз,** а левым глазом фиксировать **крестик**, изображение которого при этом падает на центральную ямку. **Не сводя взгляда с крестика, медленно** приближать и удалять рисунок, пока *на определенном расстоянии* белый круг перестанет быть видимым на черном фоне *вследствие того, что его изображение попадет на слепое пятно* ***б,*** в то время как фиксируемый взглядом крестик фокусируется на сетчатке в центральной ямке ***а***.

Найти такое расстояние и измерить сантиметровой линейкой (от чертежа до наружного угла глаза) и выразить в миллиметрах, а также измерить в миллиметрах диаметр круга на рисунке 23. Известно, что изображение, получаемое на сетчатке, является обратным и уменьшенным, при этом лучи, идущие от крайних точек предмета, проходят через узловую точку (***O***). При построении изображения в глазу получают два подобных треугольника. Основанием первого из них является величина предмета (диаметр белого круга ***AB),*** основанием второго – искомый диаметр слепого пятна (***ав***). Высотой первого треугольника является расстояние от рисунка до узловой точки ***(KO)***, а высотой второго треугольника (***Ok***) – расстояние от узловой точки до сетчатки. Из подобия треугольников следует, что

AB : ав = KO:ok, откуда

ав = AB×ok / KO.

Используя константу редуцированного глаза (ok=17 *мм),* подставить известные величины в формулу и вычислить размеры слепого пятна. Его диаметр должен быть равен около 1,8 мм.

Рекомендации к оформлению работы. Проделать работу, получив необходимые цифровые данные. Описать методику проведения опыта, полученные результаты и рассчитать диаметр слепого пятна. Начертить схему хода лучей, которая иллюстрирует суть уравнения, дающего формулу для расчета диаметра слепого пятна.

Контрольные вопросы

1. Назовите рецептирующие клетки зрительной сетчатки и дайте им характеристику.
2. Что подразумевается под образным названием «слепое пятно»?
3. Что доказывает опыт Мариотта?

Работа 29 Определение поля зрения

Полем зрения называется пространство, видимое глазом человека при фиксации взгляда в одной точке, неподвижном взгляде. Точка, на которую фиксирован взгляд, проецируется на сетчатке в ее центральной ямке. Там формируется центральное зрение. Оно обладает наибольшей остротой, поскольку в центральной ямке одни колбочки, их диаметр здесь наименьший по сравнению с другими областями сетчатки, а плотность наибольшая. И почти каждая колбочка передает информацию в подкорковый центр зрения посредством только с ней связанных единичных биполярных и ганглиозных клеток.

Однако при фиксированном взгляде мы видим не только то, что проецируется на центральную ямку, но и объекты, изображение которых фокусируются на периферии от центральной ямки. Такое зрение называется периферическим. Оно имеет значительно меньшую остроту, чем центральное, поскольку с периферии сетчатки волокна зрительного нерва проводят импульсы не от отдельных рецепторных клеток, а от целых групп колбочек и палочек. И чем дальше к периферии, тем эти группы состоят из большего числа рецепторов. К тому же в этом же направлении идет резкое уменьшение числа колбочек. Так что фокусируемые на периферию сетчатки изображения нами в деталях не различаются, зато важна эта форма зрения для восприятия движения предметов внешнего мира.

Поле бесцветного зрения самое большое, так как оно обеспечивается палочковыми рецепторами, концентрация которых выше на периферии. Поля зрения для различных цветов неодинаковы, что объясняется длиной волны каждого цвета и расположением колбочек, специализированных к восприятию определенных цветов. Наименьшее поле зрения для зеленого цвета, чуть больше – для красного, далее идут поля зрения синего и желтого цветов.

Исследование поля зрения имеет большое клиническое значение для определения участка и характера поражения сетчатки и зрительных мозговых путей.

Цель работы: закрепить понятие поля зрения, ознакомиться с ориентировочным методом оценки периферического зрения и периметрией.

Материалы и оборудование: циркуль, линейка, цветные карандаши, периметр Форстера.

Ход работы.

I. Для клинических целей применяют простую процедуру, которая позволяет выявить резкие нарушения периферического зрения. Испытуемый стоит спиной к свету напротив наблюдателя на расстоянии примерно 1 *м* от него. Оба глаза исследуют по очереди. Во время исследования одного глаза другой должен быть закрыт. Наблюдатель закрывает один глаз, который находится напротив закрытого глаза испытуемого. В то время как испытуемый пристально смотрит на открытый глаз наблюдателя, последний, держа посередине между собой и испытуемым сжатую в кулак руку с вытянутым указательным пальцем, ведет ее от периферии по направлению к центру поля зрения. Испытуемый должен указать момент, когда он начнет видеть перемещение пальца. Если поле зрения нормально как у наблюдателя, так и у испытуемого, оба они должны заметить перемещение пальца одновременно. Движения руки повторяют в разных направлениях через центр поля зрения. Таким образом, сравнивают поле зрения испытуемого и наблюдателя, и поскольку наблюдатель непрерывно смотрит на глаз испытуемого, он может сразу заметить и исправить любое отклонение его глаза от фиксируемой точки.

II. Для более точного исследования применяют прибор, называемый *периметром.* Он состоит из металлической дуги, которая укреплена на штативе и может вращаться, описывая полусферу. В центре дуги имеется маленький белый диск или маленькое плоское зеркальце, которое служит фиксационной точкой. На противоположном конце прибора имеется опора для подбородка испытуемого.

Испытуемый садится спиной к свету, кладет подбородок на опору. Высоту ее регулируют таким образом, чтобы исследуемый глаз оказался на одном уровне с фиксационной точкой в центре дуги периметра: при правильном положении испытуемый должен видеть

свой глаз в центральном плоском зеркальце, если оно вставлено. Испытуемый должен закрыть второй глаз, а лучше заслонить его экраном.

Устанавливают дугу периметра горизонтально и начинают измерение. Для определения границ бесцветного зрения берут белую фишку и перемещают ее по внутренней стороне дуги от периферии к центру до тех пор, пока она не окажется в поле зрения испытуемого, который в течение всего этого времени пристально смотрит на фиксационную точку. Отмечают положение фишки (в градусах по шкале на выпуклой стороне дуги). Результаты измерений наносят на заранее подготовленный в половину страницы чертеж-карту. Проделать то же, ведя фишку с другого конца дуги. Затем дугу ставят вертикально и опять определяют углы, под которыми испытуемый периферическим зрением обнаруживает белую фишку (сверху и снизу). Наконец, повторяют опыт при наклоне дуги в 45° в одну сторону и в другую. Все точки, нанесенные на карту, соединяют, получив границы поля зрения. Сравнивают их с теми, которые изображены на стандартной карте.

Заменив белую фишку цветной, тем же способом определяют границы цветового зрения, при этом от испытуемого *требуется не только увидеть саму фишку, но и точно определить ее цвет.* Определяют цветовые поля зрения для красного, зеленого, желтого и синего цветов. В клиническом исследовании часто ограничиваются двумя – тремя цветами. Исследованию подлежат оба глаза.

Рекомендации к оформлению работы. Выполнив работу, записать методику и результаты. По периметрии оформление результата заключается в вычерчивании периметров на два – три цвета для одного глаза. Сравнить их, сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Что называется полем зрения?
2. С чем связано различие в остроте центрального и периферического зрения?
3. Расположите цветовые поля зрения в порядке убывания их периметров.
4. Какое значение имеет периметрия в клинике?

Занятие 11

Работа 30 Определения порогов слуховой возбудимости (остроты слуха)

Определение слуховой чувствительности, или порога слуховой возбудимости (остроты слуха) называется **аудиометрией.** Существует много методов проверки слуховой чувствительности. Наиболее информативным из современных клинических методов и широко используемым является ***пороговая аудиометрия***. Испытуемому через наушник предъявляются разные тоны, начиная подачу каждого с подпорогового уровня звукового давления. Постепенно повышают звуковое давление, пока испытуемый не сообщает, что он слышит звук. Найденное значение звукового давления наносится на график-бланк, называемый *аудиограммой* . На ней жирной чертой выделен *нормальный уровень слухового порога*, называемый стандартным нулевым – 0 децибел (0 дБ). Он определен по измерениям пороговой слуховой возбудимости у большого числа молодых людей в разных странах. Определив пороговые значения звукового давления (как описано выше) для тонов разных частот, на аудиограмме по каждой частоте отмечают, насколько они отличаются от нулевого стандарта, т. е. нормального слуха. Более высокие значения слухового порога наносятся ниже нулевой линии (отражается степень утраты слуха). Так диагностируется слух справа и слева при *воздушной проводомости* звуков. *Костная проводимость* проверяется подобно, но вместо наушников используется камертон, прикрепляемый к сосцевидному отростку височной кости. Сравнивая пороговые кривые аудиограммы для костной и воздушной проводимости, можно сделать заключение о характере и степени поражения слуха.

Другая широко используемая методика – речевая **аудиометрия**. При речевой аудиометрии также через наушники испытуемому предъявляются магнитофонные записи речевых текстов, составленных из стандартных слов. Испытуемого просят повторять слышимые слова. Начинают предъявлять испытуемому запись с минимальной силой звука, постепенно усиливая звук вплоть до того момента, когда испытуемый правильно повторит подряд два-

три слова. Индикатор аудиометрической приставки укажет в этот момент степень потери слуха испытуемого в децибелах. Проверке подлежат оба уха последовательно. Кроме того, каждое ухо в отдельности проверяется на костную проводимость – здесь методика общая с пороговой аудиометрией.

Естественно, такие формы клинических исследований слуховой системы возможны только в стационарных условиях. Но есть старые, давно практикуемые приемы определения остроты слуха с использованием разнообразных источников звуковых сигналов, в частности, человеческой речи, а острота слуха в этих случаях определяется расстоянием до источника звуков, на котором они еще воспринимаются.

Для такого грубого определения остроты слуха можно воспользоваться часами, метрономом, камертоном и т.п. и измерить в метрах максимальное расстояние, на котором еще слышен звук. Можно также определять слышимость человеческого голоса. Определение нужно вести монаурально, поскольку, как все парные органы, правое и левое уши не вполне тождественны и пороги их возбудимости могут не совпадать.

Цель работы: Ознакомиться с простыми методами определения остроты слуха. Осуществить определение порогов слуховой возбудимости, используя речевую и «часовую» методики, у нескольких испытуемых.

Материалы и оборудование: карманные часы или секундомер, измерительная лента.

Ход работы.

1. Речевая методика определения остроты слуха.

Исследование производится следующим образом: исследуемый отходит на 4 – 5 *м,* становится спиной или боком к исследователю и закрывает одно ухо. Исследователь шепотом (на легком выдохе **после обычного выдоха**) произносит различные двузначные цифры (часто используют цифры третьего десятка: «тридцать три», «тридцать шесть», «тридцать четыре» и т.д., шестого и др.) и постепенно удаляется от исследуемого, пока тот не перестанет их правильно повторять. Результат выражается в метрах расстояния, на котором испытуемый без искажений воспринимает шепотную речь. Нормой слуха будет полное восприятие шепотной речи на расстоянии 5 *м*.

Разумеется, это грубая проба, индивидуальные свойства голоса экспериментатора вносят в нее элемент неточности, но при поражении слуха даже такой способ оказывается показательным. Существуют специальные списки слов, которые построены таким образом, что в них представлены низкие, высокие и смешанные звуки.

2. Определение остроты слуха с помощью часов (карманных или секундомера).

Использование тиканья часов, издающих звук от 1500 до 3000 периодов в секунду, позволяет ориентировочно установить порог слуховой возбудимости только для ограниченных частот (но к этим частотам у нас наивысшая слуховая чувствительность).

Испытуемый должен отойти от источника звука на максимально возможное расстояние, пока он воспринимает звучание часового механизма. Острота слуха выражается в метрах этого расстояния.

Рекомендации к оформлению работы. Запишите в протокол ход и результаты опытов.

Контрольные вопросы

1. Какая зависимость между порогом слуха и частотой звука?
2. Допустим, вы определили понижение слуха у испытуемого на правое ухо, то какими из известных вам тестов можно определить причину поражения слуха?
3. Аудиограмма показала потерю слуха слева на 30 дБ при воздушном проведении. Анализ костной проводимости слева и справа различий не выявил. Ваш вывод?

Работа 31 Исследование костной и воздушной проводимости звука (опыт Вебера)

Проведение звуковой волны через слуховой проход, барабанную полость к улитке

является основным и называется *воздушным звукопроведением*. Помимо обычной воздушной проводимости звуковых волн, возможен другой способ их передачи – непосредственно через кости черепа. Если приложить ножку звучащего камертона к сосцевидному отростку (к кости за ушной раковиной), то звук слышен даже при полном поражении звукопроводящего аппарата (среднего уха). Это *костная проводимость* звуков. В повседневной жизни костная проводимость не существенна, но ее исследование издавна широко используется врачами для диагностических целей.

Цель работы: Исследовать костную проводимость звуков. Ознакомиться с пробой Вебера на нарушения воздушной проводимости звуков и поражения внутреннего уха.

Материалы и оборудование: камертон с частотой 256 Гц, перкуссионный молоточек, резиновая трубка, вата, дезинфицирующий раствор.

Ход работы. Приложив звучащий камертон на темя по средней линии головы, определяют костную проводимость звуков для обоих ушей, – через оба уха при этом слышится звук одинаковой силы. Если же в одно ухо положить ватный тампон, то через это ухо звук будет казаться более сильным, вследствие уменьшения потери звуковой энергии через наружный слуховой проход.

Такое же усиление звука происходит при заболевании одного из ушей. При нарушении звукопроведения в среднем ухе (отверстие в барабанной перепонке, сращение слуховых косточек, снижение подвижности мембраны овального окна) звук кажется сильнее на стороне пораженного уха. Если же поражено внутреннее ухо (повреждения волосковых клеток, изменение функциональных свойств волокон слухового нерва), то ощущение восприятия звука смещается на сторону здорового уха.

Чтобы убедиться, что часть звуковой энергии рассеивается при прохождении через наружный слуховой проход, следует соединить уши двух исследуемых резиновой трубкой и поставить одному из них на голову звучащий камертон. При этом второй человек также услышит звук в результате распространения звуковых волн из наружного слухового прохода первого исследуемого.

Рекомендации к оформлению работы. Проведя исследование, оформить протокол с объяснительными выводами. Обязательно в выводах отразить суть клинической пробы Вебера.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляются воздушная и костная проводимости звука?

2. Какие нарушения слуховой сенсорной системы можно выявить с помощью пробы Вебера? Как каждое из них проявляется в ходе опыта Вебера?

3. У пациента с плохо слышащим левым ухом проба Вебера показала смещение воспринимаемого звука камертона в правую сторону. Какой вывод следует сделать?

Работа 32 Сравнение костной и воздушной проводимости звуков (опыт Риннэ)

Слуховая чувствительность к звукам, доставляемым к воспринимающему аппарату воздушным путем и через кости, разная. Эффективность костной проводимости у человека с нормальным слухом несравненно меньше воздушной проводимости. И она меняется при нарушениях слуха. Выразить степень эффективности той и иной проводимости можно через длительность восприятия звука камертона. Такой методический подход выражен в диагностической пробе Риннэ. Тест Риннэ позволяет сравнить воздушную и костную проводимость в одном и том же ухе.

Цель работы: Провести сравнение длительности восприятия звука камертона при воздушной и костной проводимости звуков. Ознакомиться с тестом Риннэ для диагностики патологии слуха.

Материалы и оборудование: камертон (256 *Гц* или 128 *Гц*), перкуссионный молоточек, секундомер.

Ход работы. Звучащий камертон прикладывают к сосцевидному отростку височной кости. Слышен звук, который постепенно ослабевает и, наконец, исчезает совсем. Как

только звук перестает быть слышен, камертон переносится к уху: звук снова становится слышен. *При поражении звукопроводящего аппарата наблюдается обратное явление: звучащий камертон не слышен у наружного слухового прохода и слышится при переносе его на кость.*

Выполнив выше приведенную часть работы, обнаружив ожидаемые по описанию явления, сделайте вывод относительно чувствительности сенсорной системы к звуковым колебаниям, достигающим воспринимающих структур воздушным проведением и костным.

Другая часть работы заключается в непосредственном фиксировании длительностей восприятия звука камертона при воздушном и костном их проведении рецепторным структурам.

Если отношение времени звучания камертона для воздушной и костной проводимости равняется 2:1, то тест Риннэ называется положительным (норма). При ослаблении воздушной проводимости тест Риннэ становится отрицательным (1,5:1; 1:2). При полной глухоте на звук камертона через воздух, но восприятии его через кость тест Риннэ обозначается как бесконечно отрицательный ($-\infty$).

Рекомендации к оформлению работы. Результаты работы в протоколе выразить в форме таблицы, в которую вписать длительности восприятия звука камертона при воздушном и костном его проведении, а также рассчитанное соотношение этих длительностей.

Произвести оценку опыта, отразив это в выводах.

Таблица 6 Показатели воздушной и костной проводимости

Частота колебаний камертона (Гц)	Звукопроведение	Длительность восприятия звука (с)		
		в норме	У испытуемого	
			Правое ухо	Левое ухо
138	Воздушное	75		
	Костное	35		
	Отношение длительностей восприятия звука ($t_{воз}$; $t_{кост}$)	2:1		
256	Воздушное	40		
	Костное	20		
	Отношение длительностей восприятия звука ($t_{воз}$; $t_{кост}$)	2:1		

Работа 33 Определение верхней и нижней границ частоты колебаний, воспринимаемых ухом человека

Слуховой анализатор человека по сравнению со многими млекопитающими воспринимает звуки довольно узкой полосы частот. Нижняя граница в пределах 16 – 22 Гц, а верхняя – 20 – 22 тысячи Гц. В зрелом возрасте этот диапазон начинает постепенно суживается как за счет низких, так и высоких звуков. Особенно уменьшается восприятие высоких звуков.

Цель работы: выявление индивидуального диапазона воспринимаемых слухом звуковых частот.

Материалы и оборудование: звукогенератор.

Ход работы. Включают звукогенератор в осветительную сеть городского тока, прогревают прибор. Все являются испытуемыми: каждый должен отметить те самые низкие и те самые высокие частоты, которые он в состоянии воспринимать слухом при постоянной громкости звучания (20 – 30 ДБ). Сидеть испытуемым надо большую часть времени эксперимента неподвижно, не вертеть головой.

Сначала предъявляется сигнал в 30 – 40 Гц, затем частота звука последовательно

уменьшается. Для каждого последующего сигнала называется его частота. Присутствующие, слушая, фиксируют значение той частоты, которую еще воспринимают.

После определения нижней границы воспринимаемых частот звука следует предъявлять звуки с последовательным повышением частоты до 6 – 10 тысяч герц (добавляя по сотне герц). Здесь можно обратить внимание на ощущение усиления громкости сигналов, хотя этого нет. Просто к звукам средних частот воспринимаемого диапазона наша сенсорная система наиболее чувствительна (снижается силовой порог возбудимости).

От оставшейся половины слышимого диапазона звуков предъявлять сигналы, по частоте кратные тысяче (11 тыс., 12 тыс., 20 тыс., 21тыс.). Каждый испытуемый запоминает частоту звука, который он еще слышит. В этой части исследования испытуемые могут делать резкие повороты головы, которые препятствуют до определенной степени наступлению адаптации, быстро наступающей при восприятии звуков высокой частоты.

Рекомендации к оформлению работы. Полученные данные занести в протокол и сделать выводы.

Работа 34 Локализация звука в пространстве (роль бинауральности слуха)

С помощью слуховой сенсорной системы животные и человек могут определять направление звука и степень его удаленности, т.е. локализовать источник звука. Эта способность называется *пространственным слухом*. Локализация звука осуществляется, главным образом, благодаря симметричности половин слуховой системы (бинауральный слух). Пространственная локализация звука при слушании одним ухом (монаурально) осуществляется со значительными ошибками. *Та же трудность локализации звука проявляется при одностороннем нарушении слуха*.

Способность определять направление звука основана на нескольких факторах.

Во-первых, *от разницы во времени прихода звуковой волны к правому и левому уху*. Обычно одно ухо расположено дальше от источника звука (ΔL). Разницу в расстоянии можно рассчитать по формуле: $\Delta L = d \times \sin \alpha$, где d – расстояние между ушами, а α – угол, под которым источник звука расположен по отношению к испытуемому. Временна́я задержка $\Delta t = \Delta L / v$, где v – скорость звука.

Во-вторых, *при звуках до 750 – 800 Гц* (с большой длиной волны, способной огибать голову как препятствие) – *от разности фаз звуковой волны, достигающих правого и левого уха*.

И, в-третьих, *при частотах свыше 800 Гц* (т.е. с длиной волны меньшей двойного расстояния между ушами – менее 42 см) определение направленности звука осуществляется *по разности громкости звука*: ближайшим к источнику звука ухом звук воспринимается при таких частотах как более интенсивный.

Цель работы: убедиться в необходимости бинаурального слуха для четкой локализации источника звука.

Материалы и оборудование: камертон, молоточек.

Ход работы.

Исследуемого усаживают на стул спиной к исследователю. Испытуемый закрывает глаза, **он не должен производить во время опыта поворотов головы и корпуса.** Сначала проверяется способность локализации звука бинаурально (при слушании двумя ушами). Экспериментатор держит камертон справа или слева от испытуемого на расстоянии около метра от него, на 2 – 3 секунды вызывая его звучание, потом с другой стороны, сзади, на разных уровнях, над головой. Каждый раз испытуемый определяет и показывает карандашом в вытянутой руке направление звука. Остальные в группе внимательно наблюдают, молча, запоминая все особенности испытуемого в локализации им звуков.

После этого исследования испытуемый в одно ухо закладывает ватный тампон, и все моменты опыта повторяют.

Убедиться, что монауральная (одним ухом) локализация звуков гораздо слабее бинауральной.

Можно расширить эксперимент: разрешить испытуемому с затампонированным одним ухом вращать головой, определяя направление источника звука. Точность локализации звука возрастет, но все равно будет хуже, чем при бинауральном слухе.

Рекомендации к оформлению работы. Проделать работу, описать ее ход выполнения, полученные результаты и наблюдения внести в протокол, дать объяснения наблюдаемым фактам.

Контрольные вопросы

1. Какое звукопроведение более эффективно?
2. Какие нарушения слуха выявляются пробой Риннэ?
3. О чем свидетельствует отрицательный тест Риннэ? Бесконечно отрицательный?
4. Какие звуковые частоты воспринимает человек?
5. В чем преимущества бинаурального слуха?
6. Каков механизм локализации низкочастотных звуков?
7. Каков механизм локализации высокочастотных звуков?

Занятие 12

Работа 35 Наблюдение последствий разрушения вестибулярного аппарата у лягушки

Роль полукружных каналов у лягушки проявляется как в позе, так и во время перемещений на суше и плавания в воде. После одностороннего разрушения полукружных каналов у лягушки нарушается тонус одной половины тела. После двустороннего разрушения полукружных каналов обращает на себя внимание резкое нарушение плавательных движений.

Цель работы: Исследовать нарушения тонуса и локомоции у лягушки после разрушения у нее лабиринтов.

Материалы и оборудование: лягушка, препаровальный набор, ватные тампоны, марля.

Ход работы. Подойти к полукружным каналам лягушки легко через полость рта. Завернуть в кусочек марли лягушку. Взять её в левую руку так, чтобы ее спинка лежала на ладони. Пинцетом оттянуть нижнюю челюсть и прихватить ее марлей, в которую завернута лягушка. Скальпелем разрезать слизистую оболочку вдоль основной кости. Если раздвинуть края раны, то видно, что от основной кости в поперечном направлении отходят две полуосновные кости. С полуосновной кости скальпелем соскаблить надкостницу. При этом начинает просвечивать белый кружок величиной с просяное зерно, который и представляет собой полукружный канал. В этот белый кружок вколоть препаровальную иглу и вращательными движениями разрушают лабиринт. Через несколько минут, после того как лягушка оправится от операции, наблюдать за ее поведением. Отметить, что лягушка принимает характерную позу: с оперированной стороны конечности оказываются несколько подтянутыми, а с противоположной – вытянутыми; голова лягушки и корпус повернуты в оперированную сторону. При прыжках лягушка движется по кругу (манежные движения). Это расстройство координации движения проявляются и при нахождении лягушки в воде: плавательные движения также совершаются по кругу.

После разрушения второго лабиринта у лягушки наблюдается компенсация в положении тела при нахождении ее на суше, но плавательные движения остаются нарушенными: они становятся хаотичными, нарушается ориентация в пространстве.

Рекомендации к оформлению работы. Записать ход операции и наблюдаемую картину в поведении животного. Сделать выводы о роли лабиринтов. Изобразить схему мест расположения лабиринтов у лягушки

Работа 36 Наблюдение вращательного нистагма

При вращении тела вокруг вертикальной оси происходит возбуждение рецепторов вестибулярного аппарата под влиянием энергии возрастающих или убывающих угловых ускорений. Это является причиной возникновения особой рефлекторной реакции, которая называется нистагмом головы. Нистагм головы проявляется в том, что голова вначале медленно поворачивается в сторону, противоположную направлению вращения, а затем быстро возвращается в исходное положение. При вращении также наблюдается аналогичное движение глаз – глазной нистагм.

Цель работы: наблюдать нистагм головы и глаз при открытых и закрытых глазах, определить длительность нистагмовых реакций.

Материалы и оборудование: кресло Барани, секундомер.

Ход работы. Испытуемого усаживают в кресло Барани, закрывают переднюю перекладину кресла и производят вращение (10 вращений за 20 с). Во время вращения внимательно следят за положением головы и туловища испытуемого, а после остановки кресла – за положением головы, туловища и глаз. При нормальном функциональном состоянии лабиринтов наблюдают нистагм головы и глаз. Записывают время нистагма, учитывая, что средняя продолжительность его проявления 20 – 30 с. Опыт повторяют, предложив испытуемому закрыть глаза во время вращения.

Рекомендации к оформлению работы. Опишите ход опыта. Определите и запишите время проявления нистагма головы и глаз. Сравните результаты у нескольких испытуемых.

Контрольные вопросы.

1. Чем представлен периферический отдел вестибулярного анализатора? Каково строение рецептирующих структур?
2. Проводящие пути и ядра вестибулярного анализатора.
3. Какова функциональная роль вестибулярного анализатора?

Работа 37 Карта вкусовых полей языка

Восприятие химических раздражителей внешней среды, помимо действия их на рецепторы обонятельного анализатора, имеет место и при непосредственном соприкосновении ряда веществ (преимущественно пищевых) со слизистой оболочкой полости рта. Последняя снабжена специальными рецепторами, являющимися периферическим отделом вкусового анализатора. Вкусовой анализатор стоит на страже нормального функционирования организма, поддержания постоянства его химического состава. С его помощью производится опробование пищи, анализ пищевых и отвергаемых веществ. С рецепторного поля вкусового анализатора пускается в ход сложный рефлекторный механизм аппарата пищеварения.

Специфическими образованиями, воспринимающими вкусовые раздражения, являются вкусовые луковицы, находящиеся в слизистой оболочке ротовой полости. На языке вкусовые луковицы сосредоточены в сосочках, которые в соответствии с характером строения делятся у человека на желобовидные, листовидные и грибовидные. Вкусовые луковицы состоят из поддерживающих и вкусовых клеток, имеют вид фляжки, открывающейся наружу вкусовой порой. Из субэпителиального сплетения одни нервные волокна входят внутрь вкусовых луковиц, другие – располагаются между ними. У позвоночных животных нет специальных вкусовых нервов и возбуждение, возникающее при вкусовом раздражении, проводится в центральную нервную систему по нервным волокнам четырех различных нервов: языкоглоточного, блуждающего, лицевого и тройничного. Их вкусовые волокна в составе одиночного пучка вступают в варолиев мост и заканчиваются в одном из ядер (n. terminalis). Отсюда вкусовые волокна (II нейрон проводникового отдела анализатора) идут к вентральным и медиальным ядрам зрительного бугра. Начинающийся от них третий нейрон проводит возбуждение к корковому концу вкусового анализатора, который локализуется в районе гиппокампа.

Раздражающим действием для вкусовых рецепторов обладают только растворимые в воде химические вещества; нерастворимые в воде вещества – безвкусны. Различают четыре группы вкусовых веществ, вызывающих первичные ощущения вкуса: кислое, соленое, горькое и сладкое. Различные оттенки вкусовых ощущений являются результатом сложного комплекса раздражений, воспринимаемых как вкусовыми, так и температурными, тактильными, болевыми рецепторам слизистой оболочки ротовой полости.

Поверхность языка неодинаково чувствительна к основным видам вкусовых раздражителей, что является, очевидно, следствием того, что для каждого из 4 видов первичных

ощущений вкуса имеются специальные рецепторы. Установлено, что кончик языка наиболее возбудим по отношению к сладкому, боковая поверхность средней части языка – к кислому, основание языка – к горькому, кончик и края языка – к соленому. Раздражение средней части спинки языка почти не вызывает вкусовых ощущений.

Действием различных фармакологических веществ можно избирательно или строго последовательно выключить различные виды вкусовой чувствительности.

Цель работы: выявление участков слизистой языка, специализированных к восприятию определенных вкусовых раздражений.

Материалы и оборудование. Штатив с пробирками, 40 %-й раствор сахара, 20 %-й раствор поваренной соли, 20 %-й раствор уксусной кислоты, 10 %-й раствор солянокислого хинина (можно заменить раствором 1 таблетки левомицетина в 100 – 150 мл воды), стеклянные оплавленные палочки, дистиллированная вода, стакан.

Ход работы. Исследуемому предложить открыть рот и высунуть язык. Стеклянной палочкой последовательно наносить капельки 40 % раствора сахара на кончик языка, края, среднюю часть языка, корень. Каждый раз спрашивать исследуемого, что он ощущает. После каждой пробы исследуемый должен прополоскать рот дистиллированной водой. Интервалы между отдельными наблюдениями (после каждой капельки) должны быть не менее 2 мин. Проделать то же самое со всеми другими растворами: уксусной кислоты, солянокислого хинина, поваренной соли. Полученные данные в виде точек определенного цвета нанести на карту, схематически изображающую поверхность языка.

Рекомендации к оформлению работы. Оформить протокол опыта, изобразить карту вкусовых полей языка.

Контрольные вопросы.

1. Значение вкусового анализатора.
2. Строение вкусового анализатора.
3. Вкусовые поля; основные и комплексные вкусовые ощущения.
4. Условия, изменяющие вкусовые ощущения, значение условнорефлекторных факторов.

Тема 5. Физиология двигательного аппарата

Занятие 13

Тест «Анализаторы» (10 мин)

Работа 38 Миография: запись одиночного сокращения, гладкого и зубчатого тетануса

Скелетная мышца обладает сократимостью, т.е. способностью при возбуждении изменять свою длину или напряжение. В лабораторном эксперименте на изолированной мышце при одиночном раздражении можно получить *одиночное сокращение*. По длительности и форме одиночных сокращений судят о скорости сокращений мышц. В зависимости от продолжительности одиночных сокращений различают «быстрые» и «медленные» мышцы.

В одиночном сокращении выделяют несколько фаз. Сокращение начинается не сразу при нанесении раздражения, а спустя некоторое время, необходимое для развития возбуждения в мышце и запуска в ней сократительного процесса. Это время называется *латентным (скрытым) периодом.* За латентным периодом следует *фаза укорочения (сокращения)* мышцы, сменяемая на фазу расслабления. Для икроножной мышцы лягушки весь цикл одиночного сокращения длится 0,11 – 0,12 с, латентный период – 0,01 с, фаза сокращения – 0,05 с фаза расслабления – 0,05 – 0,06 с.

Если раздражать мышцу ритмическими импульсами с частотой 1 – 5 импульсов в секунду (интервал между ними соответственно равен 1 – 0,2 с, что больше длительности одиночного сокращения), то мышца будет отвечать на каждый импульс одиночным сокращением. Если же посылать импульсы с большей частотой (более 10 имп/с) и соответственно

меньшими интервалами, то возникнет *тетаническое* сокращение, или *тетанус*. Этим термином называют ответ мышцы на ритмическое раздражение. Если каждый последующий импульс раздражения приходит, когда мышца в фазе расслабления в ответе на предыдущий стимул, то форма тетануса будет *зубчатой.* При частоте раздражения, когда новый импульс попадает на фазу не закончившегося укорочения мышцы в ответе на предыдущий, тетанус будет *сплошным, гладким*. Суммарная амплитуда сокращения при тетаническом сокращении, как правило, выше амплитуды одиночного.

Цель работы: получить запись разных форм сокращений скелетной мышцы; провести анализ одиночного сокращения; исследование механизмов тетанических сокращений.

Материалы и оборудование: электростимулятор, электроды миографическая установка, кимограф, физиологический раствор (0,6 %-й NaCl), чашка Петри, марлевая салфетка, лягушки.

Ход работы. Приготовить нервно-мышечный препарат, укрепить его на штативе миографической установки. Соединить мышцу с записывающим рычагом. Наложить нерв препарата на электроды стимулятора. Подвести писчик к барабану кимографа. Перевести стимулятор в режим одиночных импульсов с частотой 1 Гц. Раздражать нерв одиночными импульсами, а затем записать кривую одиночного сокращения при быстром вращении кимографа от руки (около 1 оборота в секунду).

Увеличивая последовательно частоту раздражения до 5, 10, 15 и 20 Гц, записать ряд кривых, на которых мышечные сокращения, отставленные друг от друга на все меньшие и меньшие интервалы времени, будут все в большей степени сливаться. Через разные формы ступенчатого и зубчатого тетануса получить кривые сплошного или гладкого тетануса.

Аналогичные записи можно получить и при непосредственном (прямом) раздражении мышцы.

Рекомендации к оформлению работы. После описания методики выполнения работы изобразить в тетрадях кривую одиночного сокращения, обозначить фазы его. Зарисовать разные формы тетанических сокращений, дать объяснение, отчего зависит форма тетануса.

Работа 39 Наблюдение утомления мышцы

Утомление мышцы можно вызвать, раздражая ее в течение длительного времени с частотой 40 – 50 ударов в минуту. При меньшей частоте утомление не наступает в течение длительного времени, большая частота может дать не одиночные, а суммированные сокращения.

Утомление мышцы характеризуется увеличением длительности сокращения, уменьшением амплитуды и появлением *контрактуры*, т.е., неполного расслабления мышцы после каждого ее сокращения, вследствие чего кривая по мере развития утомления все больше и больше отходит от исходного уровня. При полном утомлении мышца перестает сокращаться.

Цель работы: наблюдать утомление изолированной икроножной мышцы лягушки при одиночном режиме сокращений и выявить признаки утомления.

Материалы и оборудование: набор инструментов для препарирования; раствор Рингера; пипетка; миографическая установка; кимограф; стимулятор с электродами; лягушка.

Ход работы. Приготовить препарат изолированной икроножной мышцы лягушки, закрепить его в миографе, нерв препарата наложить на электроды стимулятора. Писчик придвинуть к барабану кимографа. Вращая барабан рукой, сделайте полный круг. При этом Писчик запишет круговую линию, соответствующую исходному положению рычага миографа. После этого приведите во вращение барабан кимографа с помощью часового механизма и раздражайте препарат импульсами с частотой 1 Гц. На кимографе будут регистрироваться кривые сокращения мышцы на каждый раздражающий импульс. Раздражение продолжаете до полного прекращения сокращений.

Рекомендации к оформлению работы. Запишите в тетрадь ход работы, зарисуйте

кривую утомления мышцы. Отметьте, как по мере развития утомления изменяются длительность и амплитуда сокращения мышцы. Обратите внимание на появление контрактуры.

Работа 40 Тонус мышц

Тоническим рефлексом называют прирожденный рефлекторный акт, который протекает очень длительно, не ослабевая в течение нескольких минут, часов, иногда дней. К ним относятся: стояние на ногах, вертикальное держание головы, выпрямленное положение туловища. Тонические рефлексы осуществляются благодаря деятельности спинного мозга и в отличие от оборонительных рефлексов возникают главным образом под влиянием внутренних раздражений (проприорецепторов). Рефлекторная дуга тонического рефлекса должна состоять, по крайней мере, из трех нейронов: чувствительного, интраспинального вставочного, или координирующего, и двигательного.

Сгибательный тонический рефлекс конечностей представляет собой один из видов тонических рефлексов. Этот рефлекс состоит в одновременном сгибании обеих задних конечностей лягушки. Тоническое сгибание задних конечностей проявляется даже в том случае, когда лягушка лишена головного мозга и подвешена за нижнюю челюсть.

Цель работы: наблюдать проявление сгибательного тонуса и доказать рефлекторный механизм его поддержания.

Материалы и оборудование: лягушка, штатив с зажимом и пробкой, препаровальный набор, нитки.

Ход работы. Приготовить спинальную лягушку, подвесить ее за нижнюю челюсть к пробке штатива. Обратить внимание на задние конечности: их части образуют с туловищем и между собой углы, что является проявлением сгибательных тонических рефлексов, осуществляемых спинным мозгом.

Для доказательства того, что импульсы для тонического рефлекса сгибания идут из спинного мозга, следует перерезать седалищный нерв на одной стороне. После этого тонус исчезает, и задняя лапка лягушки этой стороны свисает, не обнаруживая признаков сгибания. Оперированная лапка опускается ниже противоположной.

Рекомендации к оформлению работы. Записать в тетрадях ход работы, наблюдения до перерезки седалищного нерва и после. Сделать выводы.

Работа 41 Определение абсолютной силы мышцы

Абсолютная сила мышцы измеряется тем «максимальным эластическим напряжением, которое может развить мышца в порядке возбуждения при своей естественной длине» (Ухтомский). Определение абсолютной силы мышцы сводится к нахождению наименьшей величины груза, который мышца не в состоянии поднять, не будучи растянутой в состоянии покоя.

Цель работы: определить абсолютную силу изолированной икроножной мышцы лягушки.

Материалы и оборудование: миоскоп школьного типа, физраствор, пипетка, препаровальный набор, набор гирек от разновесов массой от 2 до 20 грамм каждая, лягушка.

Ход работы. Свежеприготовленный нервно-мышечный препарат укрепляют в миоскопе: бедренную косточку вставить в зажим, за ахиллово сухожилие зацепить крючком с капроновой ниткой; нитку перекинуть через спиральный блок на оси стрелки миоскопа на полный оборот. На свободном конце нити сделана петля, на которую нужно навешивать нагрузку (гирьки).

Подбирают силу и частоту раздражений, дающих наиболее мощные по отклонению стрелки сокращения при подвешенной к мышце гирьке в 5 г.

Препарат не забывать увлажнять время от времени физраствором.

Постепенно увеличивают груз, прибавляя по 5 – 10 г (а то и 20 г, исходя из функционального состояния мышцы), и каждый раз после раздражения отмечая, есть ли подъём груза (по отклонению стрелки миоскопа) при сокращении. Таким способом находят наименьшую величину груза, которую мышца не в состоянии более поднять. Эта величина соответствует ***абсолютной силе мышцы*** и выражается в граммах.

Рекомендации к оформлению работы. Описать методику выполнения работы, зафиксировать полученный результат. Зарисовать установку.

Работа 42 Динамометрия. Определение кистевой и становой силы

Силовые возможности отдельных мышц или их групп определяют методом *динамометрии* с использованием приборов *динамометров.* Наиболее часто для оценки силовых качеств мышечной системы организма прибегают к определению силы мышц, осуществляющих сгибание пальцев кисти, так называемой *кистевой силы*, а также суммарной силы многих мышц, разгибающих позвоночник – *становой силы***.** Соответственно используются специальные динамометры: кистевые и становые.

Цель работы: ознакомиться с методикой динамометрии, каждому определить свою кистевую силу обеих рук и становую силу. Полученные данные использовать для оценки физического развития.

Материалы и оборудование: кистевой и становой динамометры. Объект исследования – человек.

Ход работы. 1. *Определение кистевой силы*.

Испытуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу. Вторая, свободная рука опущена и расслаблена. Пальцы, обхватывающие динамометр, с максимальным усилием сжимают его. По стрелке динамометра снимается результат. Вернуть стрелку прибора в нулевое положение. Определение кистевой силы руки произвести несколько раз через минутные интервалы. Силу мышц оценивают по лучшему результату. Аналогично определить кистевую силу другой руки.

2. *Определение становой силы*.

На крюк станового динамометра надеть присоединительную планку (или цепь), которую, в свою очередь, соединить с подставкой для упора ног так, чтобы расстояние от динамометра до подставки соответствовало росту испытуемого. Испытуемый ставит ноги на подставку, согнувшись в тазобедренных суставах, обхватывает двумя руками рукоятку динамометра. С выпрямленными в коленях ногами и локтевых суставах руками с максимальной силой потянуть рукоятку вверх, выпрямляя туловище **(ВНИМАНИЕ: *движение осуществлять плавно и с прогнутой спиной во избежание травм позвоночника!*).** Произвести определение 3 раза с интервалами в несколько минут, вычислить среднее значение становой силы.

Рекомендации к оформлению работы. Полученные результаты исследования внести в протокол. Сравнить кистевую силу правой и левой рук.

Работа 43 Эргометрия. Выявление средних нагрузок и среднего ритма циклических движений

Физическая работа характеризуется количеством участвующих в ней мышц, силой и длительностью мышечной работы. Циклическая мышечная работа зависит также от ритма сокращений и расслаблений мышц.

Работа мышцы измеряется произведением массы поднятого груза на высоту его подъема.

Методика, позволяющая получить данные для расчета выполняемой физической работы, называется эргометрией, используемый прибор – эргометром.

Цель работы: исследование влияния нагрузки и ритма движений на величину работы.

Материалы и оборудование: эргометр школьного типа, метроном и набор грузов (0,5; 1,5, 3 кг). Объект исследования – человек.

Ход работы. Испытуемый садится на стул рядом со столом, на котором установлен эргометр. Предплечье испытуемого помещают в фиксатор руки. Вертикальные стойки с двух сторон ограничивают боковые движения предплечья. Кисть руки охватывает переднюю, непарную вертикальную стойку. На указательный палец надевают кольцо, которое тонким тросом через блок связано с грузом. На одной оси с блоком закреплен рифленый барабан. При подъеме груза вращение блока сочетается с вращением барабана, а между ним

и прижимным резиновым валиком движется с соответствующей движениям скоростью измерительная лента. Оценку работы производят по длине выпущенной при работе ленты и величине груза.

Работа осуществляется с определенным ритмом, задаваемым метрономом.

Задача 1. Зависимость работы от массы груза.

К тросу эргометра, перекинутому через блок, подвешивают один из грузов (массой в 0,5, 1,5 или 3 кг). Включают метроном с частотой 60 сигналов/мин (30 движений в минуту) и рекомендуют испытуемому поднимать груз, т.е. по каждому сигналу сгибать и разгибать указательный палец в ритме метронома, пытаясь сохранить как можно дольше максимальную амплитуду движений. Работу продолжают до полного утомления, т.е. до момента, когда мышцы пальца перестают сокращаться. По формуле A = Ph вычисляют величину работы в кг•м (P – масса груза в кг, h – суммарная высота подъема, вычисляемая по длине выпущенной ленты в метрах).

После 10-минутного отдыха работа повторяется с тем же ритмом, но с другой нагрузкой.

Очередной подход – с последней нагрузкой.

Задача 2. Зависимость работы от ритма движений.

При исполнении этой задачи ритмическая работа осуществляется при постоянной нагрузке в 1,5 кг, но с разным ритмом движений. После каждого этапа работы испытуемый отдыхает 10 – 15 мин.

Первый подход – работа осуществляется под метроном с частотой 30 сигналов в минуту (движений при этом ритме будет 15).

Второй подход – работа под метроном с частотой 60 сигналов в минуту (движений при этом ритме будет 30).

Третий подход – работа осуществляется под метроном с частотой 90 сигналов в минуту (движений при этом ритме будет 45).

Рекомендации к оформлению работы. Оформить протокол с описанием прибора и методики работы. Результаты исследования внести в таблицы проанализировать их, сделать выводы.

Таблица 2 Влияние нагрузки на величину работы

Нагрузка (в кг)	Ритм движений в минуту	Длина ленты (в м)	Величина работы (в кг•м)
0,5	30		
1,5	30		
3,0	30		

Таблица 3 Влияние ритма на величину работы

Нагрузка (в кг)	Ритм движений в минуту	Длина ленты (в м)	Величина работы (в кг•м)
1,5	15		
1,5	30		
1,5	45		

Контрольные вопросы

1. Функциональные типы скелетных мышечных волокон.

2. Строение поперечно-полосатых мышц. Ультрастроение миофибрилл.
3. Одиночное сокращение, его фазы.
4. Как изменяются одиночные сокращения мышцы при утомлении?
5. Что такое тетанус? Каков механизм его образования?
6. Какие формы тетануса различают? От чего зависит форма тетануса?
7. Что называют мышечным тонусом? Каков механизм его проявления?
8. Каковы разные способы выражения силы скелетной мышцы?
9. Каковы методы регистрации и изучения величины работы мышцы?
10. От каких факторов зависит работоспособность мышц при динамической и статической работе?
11. В чем суть закона средних нагрузок?
12. Каковы причины утомления мышц изолированного препарата и в целостном организме?

Тема 6 Физиология эндокринной системы

Вопросы для самоподготовки

1. Регуляция физиологических функций. Нейро-иммуно-эндокринная регуляция. Классическая эндокринная система и ее регуляторная роль.
2. Общие принципы и механизмы саморегуляции организма. Роль нервной, эндокринной, иммунной систем.
3. Гомеостаз. Пути надежности функционирования организма как биологической системы.
4. Нейрогуморальная регуляция функций организма. Роль гипоталамуса.
5. Гипоталамо-нейрогипофизарная и гипоталамо-аденогипофизарная системы. Механизмы нейросекреции.
6. Понятие о гормонах, виды гормонов, типы физиологического действия гормонов.
7. .Современные взгляды на механизмы влияния гормонов: рецепторы и вторые посредники.
8. Роль эндокринной системы в регуляции процессов роста, развития, размножения, разных форм адаптации, поведения.
9. Взаимодействие желез внутренней секреции.
10. Гипоталамические релизинг – факторы (либерины и статины), как сигнальные молекулы.
11. Структура и функции гипофиза, секретируемые тропные и эффекторные гормоны, их роль в организме.
12. Надпочечники. Строение и функции. Гормоны мозгового слоя надпочечников.
13. Стресс, его механизмы. Роль гипоталамуса, гипофиза, надпочечников.
14. Гормоны коры надпочечников – кортикостероиды. Роль минералкортикоидов и глюкокортикоидов.
15. Эндокринная функция поджелудочной железы. Инсулин и глюкагон: участие в метаболических процессах.
16. Эпифиз и роль мелатонина у животных и человека.
17. Щитовидная железа, ее гормоны, их физиологическое действие. Последствия гипои гиперфункции щитовидной железы.
18. Околощитовидные железы (паратгормон), ультимабронхиальные клетки (кальцитонин). Эндокринная функция поджелудочной железы и ее гормоны (инсулин, глюкагон, секретин, соматостатин).
19. Андрогены, их физиологическая роль. Участие в половом созревании.
20. Эстрогены, их физиологическая роль. Участие в половом созревании. Женский половой цикл.
21. Виды гормонов пищеварительной системы, их физиологическое действие.

22. Понятие о диффузной эндокринной системе (простагландины, ренин, секретин, предсердный натрийуретический пептид, интермедины). Гормональная функция эндотелия (эндотелины и монооксид азота).

Тема 7 Физиология системы крови

Занятие 13

Тест «Двигательный аппарат» (10 минут)

Работа 44 Рассматривание под микроскопом мазков крови лягушки и человека

Под микроскопом в мазках крови, прежде всего, видны эритроциты, самые многочисленные из клеток крови. Эти клетки в процессе эволюции приняли на себя важнейшую функцию – транспорт кислорода и отчасти углекислого газа. Перенос кислорода осуществляется находящимся в эритроцитах гемоглобином. С эволюцией животных связано повышение интенсивности обмена веществ, и в соответствии с увеличивающейся потребностью в кислороде повышалась численность, менялись форма, размер и строение эритроцитов. У лягушки эритроциты крупные, имеют форму уплощенных эллипсоидов и содержат ядра. Эритроциты человека имеют форму двояковогнутых дисков, безъядерные. Благодаря этому и центр эритроцита, и его периферические участки расположены близко к его поверхности, что способствует быстрому и лучшему насыщению кислородом. Размер эритроцитов мал (диаметр 7,2 – 7,7 мкм), но их количество велико, что наряду со специфической формой увеличивает общую дыхательную поверхность.

Цель работы: Рассмотреть под микроскопом эритроциты крови лягушки и человека, выявить различия между ними по форме, размеру, строению, связав их с характером эволюции основной функции организма.

Материалы и оборудование: микроскоп, окрашенные мазки крови человека и лягушки.

Ход работы. Рассмотрите при большом увеличении микроскопа мазки крови человека и лягушки. Обратите внимание на форму, размер, наличие или отсутствие ядра в эритроцитах.

Рекомендации к оформлению работы. Внесите в протокол выявленные различия, обсуждение их и выводы. Зарисуйте эритроциты крови человека и лягушки в тетради.

Работа 45 Наблюдение осмотических явлений в эритроцитах

Жизнедеятельность эритроцитов может поддерживаться только при условии их нахождения в изотоническом растворе, т.е. растворе, концентрация солей в котором такая же, как и в плазме крови. При этом вследствие равенства концентрации солей не будет одностороннего тока жидкости из эритроцита в раствор или из раствора в эритроцит.

Если же поместить эритроциты в гипотонический раствор, т.е. в раствор с меньшей концентрацией солей, чем в плазме крови, то вода устремится в эритроцит, где больше концентрация солей, т.е. в сторону большего осмотического давления. Эритроциты при этом разбухают и лопаются.

Если же эритроциты находятся в растворе, где концентрация солей больше, чем в крови, то вода в силу тех же факторов будет выходить из эритроцитов, и они будут сморщиваться. Крови человека изотоничен 0,9-процентный раствор хлористого натрия, а крови лягушки – 0,65-процентный.

Цель работы: выяснить влияние величины осмотического давления окружающего эритроциты раствора на их состояние.

Материалы и оборудование: скарификатор, спирт, вата, стеклянные палочки; предметное стекло; покровные стекла – три штуки; микроскоп; 0,2-, 0,9- и 3-проценные растворы хлористого натрия. Можно использовать кровь лягушки.

Ход работы. Для наблюдения осмотических явлений на один край предметного стекла нанесите каплю гипертонического 3-процентного раствора хлорида натрия, а на другой – гипотонического 0,2-процентного. В центральной части стекла поместите каплю изотонического раствора (0,9 %). Продезинфицируйте спиртом концевую фалангу пальца и

скарификатором сделайте прокол. Выступающую кровь разными концами стеклянных палочек поместите последовательно, помешивая, в капли нанесенных на предметное стекло растворов. Накройте капли покровными стеклами. Через 10 – 15 минут поочередно рассмотрите их под микроскопом.

В изотоническом растворе эритроциты остаются без изменения. В гипертоническом – они сморщиваются, а в гипотоническом растворе набухают и разрушаются (осмотический гемолиз).

Рекомендации к оформлению работы. Описать в тетради наблюдения, дать им объяснения. Зарисовать вид эритроцитов в разных по осмолярности растворах.

Работа 46 Определение количества гемоглобина в крови по способу Сали

Гемоглобин является главной составной частью эритроцитов. Это сложный хромопротеид, состоящий из белка – глобина и пигмента – гема, от которого зависит цвет крови. В состав гема входит один атом железа, который обусловливает способность гемоглобина вступать в соединение с кислородом.

Содержание гемоглобина в крови у здоровых женщин составляет 120 – 140 г/л, а у мужчин – 130 – 160 г/л.

Определение содержания гемоглобина в крови производится колориметрическими способами, один из которых (гематиновый метод Сали) основан на образовании устойчивого раствора коричневого цвета при взаимодействии гемоглобина с хлористоводородной кислотой.

Гемометр Сали представляет собой штатив, задняя стенка которого сделана из белого матового стекла. В штатив вставлены три пробирки одинакового диаметра, две крайние пробирки запаяны и содержат стандартный раствор хлорида гематина. Стандартный раствор хлорида гематина соответствует 167 г/л гемоглобина. Средняя пробирка градуирована в старых единицах выражения концентрации гемоглобина – в Г% (в граммах на 100 мл цельной крови). Она предназначена для проведения исследований. К прибору прилагаются капилляр для взятия крови с меткой 20 мм^3 , стеклянная палочка и пипетка.

Цель работы: ознакомиться с колориметрическим методом определения содержания гемоглобина в крови, полученный результат сравнить с физиологической нормой.

Материалы и оборудование: гемометр Сали с прилагающимися предметами, скарификатор, вата, 0,1 н раствор HCl, спирт, эфир, йод, дистиллированная вода. Работа проводится на человеке.

Ход работы. В среднюю пробирку наливают 0,1 н раствор хлористоводородной кислоты до метки. Капилляром берут 20 мм^3 крови из пальца и, *обтерев кончик его ватой,* тотчас выдувают кровь на дно пробирки так, чтобы верхний слой кислоты оставался неокрашенным. Не вынимая капилляр, споласкивают его кислотой. После этого содержимое пробирки перемешивают, ударяя пальцем по пробирке или встряхивая ее, и ставят в штатив на 5 – 10 мин. Это время необходимо для полного превращения гемоглобина в солянокислый гематин. Затем к содержимому пробирки добавляют по каплям дистиллированную воду до тех пор, пока цвет полученного раствора не будет совершенно одинаков с цветом стандарта. Добавляя воду, раствор перемешивают стеклянной палочкой.

Цифра, стоящая на уровне нижнего мениска жидкости, показывает содержание гемоглобина в испытуемой крови в Г%. Перевести этот показатель в единицы весовой концентрации на литр раствора (в граммах на литр).

Рекомендации к оформлению работы. Зафиксировать методику (уясните принцип метода определения содержания гемоглобина), результат и суждение о его отношении к норме.

Контрольные вопросы.

1. Эволюция формы, размеров, структурности и количества эритроцитов. Каковы факторы такой эволюции?
2. В чем значение постоянства осмотического давления плазмы крови?
3. Как классифицируются растворы разной осмолярности по отношению к

плазме крови?

4. Что такое осмотический гемолиз? Какие другие виды гемолиза эритроцитов вы знаете?

5. Дайте химическую характеристику гемоглобину. Какова его роль в организме?

6. Какие соединения может образовывать гемоглобин в организме?

Работа 47 Определение групповой и резусной принадлежности крови

Группы крови отличаются друг от друга содержанием агглютиногенов и агглютининов. Агглютиногены – вещества, способные склеиваться; содержатся в эритроцитах. Агглютинины, склеивающие вещества, – находятся в плазме.

В одной из систем групп крови, обозначаемой АВ0, имеются 2 вида агглютиногенов (**А** и **В**) и соответственно два вида агглютининов (**α** и **β**).

Реакция агглютинации (склеивания) наступает лишь при контакте одноименных агглютиногенов и агглютининов, например: А и α или В и β. Агглютинацию нельзя смешивать с процессом свертывания крови – выпадением фибрина в виде нерастворимых нитей.

Определение группы крови имеет практическое значение, прежде всего, при переливании крови. Учитывают при этом лишь свойства эритроцитов донора и свойства плазмы реципиента, пренебрегая агглютинирующими свойствами плазмы донора, не имеющими практического значения, так как она вводится в малом количестве и, разводясь в крови реципиента, теряет свои агглютинирующие свойства.

Если эритроциты крови донора содержат агглютиногены, одноименные к агглютининам плазмы реципиента, то при переливании такой крови произойдет агглютинация, приводящая к развитию гемолиза и явлений гемотрансфузионного шока. Кровь донора, не имеющая агглютиногенов, одноименных агглютининам реципиента, пригодна для переливания (Таблица 7).

Таблица 7 Определение совместимости крови разных групп

Агглютиногены донора	Агглютинины реципиента			
	α,β (I)	β (II)	α (III)	0 (IV)
0 (I)	–	–	–	–
А (II)	+	–	+	–
В (III)	+	+	–	–
АВ (IV)	+	+	+	–

Примечание: знаком (+) обозначается реакция агглютинации; знаком (-) – отсутствие таковой.

Rh-агглютиноген – еще один из наиболее широко распространенных агглютиногенов крови. Его содержание не зависит от наличия других агглютиногенов эритроцитов. Rh-агглютиноген (Rh-фактор) крови не имеет в плазме врожденных агглютининов, однако может являться причиной несовместимости крови при повторном ее переливании. По наличию в эритроцитах Rh-агглютитогена или его отсутствию выделяют отдельную, резусную (Rh) систему групп крови. В ней две группы. В среднем на планете около 85 % людей имеют в эритроцитах своей крови этот белок-агглютиноген. Кровь таких людей относят к резус-положительной. При отсутствии же Rh-фактора в крови говорят о резус-отрицательности крови и её носителя.

Группы крови определяют по свойствам эритроцитов, которые устанавливаются с помощью стандартных сывороток, содержащих известные агглютинины.

Цель работы: знакомство с методиками определения групповой и резусной принадлежности крови.

Материалы и оборудование: стерильные скарификаторы, стандартная антирезус-

ная сыворотка и контрольная сыворотка (не содержащая антирезусных антител), стандартные сыворотки системы АВО (I, II и III групп), пипетки, предметные стекла, стеклянные палочки, физиологический раствор, спирт, йод, вата.

Объект исследования – кровь человека.

Ход работы.

1. Определение групп крови системы АВО.

Предметное стекло помещают на белую бумагу и наносят на него (не смешивая!) по капле стандартной сыворотки I, II, III групп, содержащей соответственно агглютинины I – α и β, II – β и III – α. Стеклянной палочкой переносят небольшое количество крови, полученной из пальца, в каплю сыворотки I группы, затем вторым, чистым концом палочки такое же количество крови переносят в сыворотку II группы. Третью каплю переносят в сыворотку III группы промытым и насухо вытертым концом палочки или другой чистой палочкой. Каждый раз тщательно круговыми движениями размешивают кровь в капле сыворотки, пока смесь не примет равномерно розового цвета. Реакция агглютинации наступает через 1 – 5 мин. При наличии агглютинации капля становится прозрачной, а эритроциты склеиваются в виде комочков. Группа крови устанавливается в зависимости от наличия или отсутствия агглютинации.

Отсутствие агглютинации говорит об отсутствии агглютиногенов в исследуемой крови, что является свойством эритроцитов I группы.

Если агглютинация произошла с сывороткой I и III групп, содержащих соответственно агглютинины **α, β**, и **α**, то эритроциты исследуемой крови содержат А-агглютиноген, следовательно, эта кровь принадлежит ко II группе.

Если агглютинация произошла с сывороткой I и III групп, содержащих агглютинины **α , β** и **β** , это говорит о наличии В-агглютиногена в эритроцитах – II группа исследуемой крови.

При наличии агглютинации с сыворотками II, III групп эритроциты содержат А- и В-агглютиногены, что указывает на принадлежность исследуемой крови к IV группе.

Определите, к какой группе принадлежит исследованная кровь. Назовите состав ее агглютиногенов и агглютининов. Определите, каким реципиентам может быть перелита кровь вашей группы и кровь какого донора можно перелить вам.

2. Определение резус-фактора крови экспресс методом

Методика определения резус-фактора достаточно сложна, однако разработан экспресс метод, облегчающий эту задачу в экстренных случаях. Он заключается в определении совместимости исследуемой крови с сывороткой, содержащей готовые антитела на резус-белок.

На предметное стекло наносят по одной капле контрольной сыворотки (справа – К) и стандартной антирезус сыворотки (слева – Rh). В каждую сыворотку помещают по одной капле исследуемой крови (размер капли крови должен быть вдвое-втрое меньше, чем капля сыворотки).

Стеклянной палочкой перемешивают каплю крови с контрольной сывороткой, образуя кружок диаметром 2 – 2,5 см. Затем подобным же образом перемешивают кровь с антирезус сывороткой. Покачивая стекло, наблюдают за реакцией. Для лучшего выявления наличия или отсутствия агглютинации можно добавить в обе пробы по капле физиологического раствора.

Если в пробе со стандартной антирезус сывороткой будет агглютинация эритроцитов, то исследуемая кровь резус-положительная (в контроле ее быть не должно!). Если агглютинация отсутствует в обеих пробах – кровь резус-отрицательная.

При возникновении агглютинации в пробе с контрольной сывороткой определение следует повторить.

Рекомендации к оформлению работы. После определения групповой и Rh-принадлежности испытуемой крови внесите полученные данные в протокол. Зафиксируйте в нем таблицу совместимости групп крови системы АВО. Объясните значение Rh-фактора

при переливании крови.

Работа 48 Определение скорости свертывания крови (по Альтгаузену)

Данный метод является одним из широко применяемых в клинической практике и основан на определении времени спонтанного появления первых нитей фибрина в цельной крови. Как и другие методы, он позволяет выявить лишь грубый дефицит факторов свертывания. Нормальные показатели скорости свертывания крови при использовании данного метода 5 – 6 мин при комнатной температуре.

Цель работы: ознакомиться с методами определения времени свертывания крови и практическое определение скорости свертывания по методу Альтгаузена.

Материалы и оборудование: секундомер, стерильный скарификатор, часовое стекло, стеклянный крючок; вата, кусочек марли, спирт, йод, эфир. Объект исследования – кровь человека.

Ход работы. Кровь берут из пальца руки человека. Тщательно промытое и сухое стекло согревают на ладони до температуры тела и наносят на него 2 – 3 капли крови. Через каждые полминуты медленно проводят через кровь стеклянным крючком или скарификатором, пока за иглой не потянется первая нить фибрина. Стекло при этом либо держат на ладони, либо кладут на марлю. Время свертываемости крови фиксируют от момента выделения крови из прокола до появления первых нитей фибрина.

Рекомендации к оформлению работы. Оформить протокол, оценить полученный результат, сделать вывод.

Работа 49 Определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) по Панченкову

Кровь при движении – устойчивая суспензия, благодаря отрицательным зарядам на эритроцитах. При помещении ее в стеклянный сосуд эритроциты теряют свой заряд и в силу своей тяжести оседают. У здорового человека скорость оседания эритроцитов невелика: за час они оседают у мужчин на 3 – 7 мм, а у женщин – на 7 – 12 мм. Но скорость оседания эритроцитов зависит от состояния организма. При некоторых физиологических состояниях (например, беременность) и при целом ряде заболеваний (туберкулез, ревматизм и др.) оседание эритроцитов бывает значительно ускоренным.

Для определения СОЭ применяют прибор Панченкова, состоящий из штатива, в котором могут быть зажаты в вертикальном положении специальные капилляры. Капилляры градуированы в миллиметрах. Метка «0» стоит на расстоянии 100 мм от конца. На капилляре есть еще две метки: К (кровь) – на высоте нуля и метка Р (противосвертывающий раствор) – на уровне 50 м.

Цель работы: ознакомиться с методом определения СОЭ, его диагностическим значением.

Материалы и оборудование: прибор Панченкова, часовое стекло, стерильный скарификатор, вата, 5 % раствор цитрата натрия, спирт, эфир, йод.

Ход работы. Капилляр промывают 5 % раствором цитрата натрия. Затем набирают цитрат натрия до метки Р на уровне 50 мл и выдувают его на часовое стекло. Затем в тот же капилляр двукратно набирают кровь из пальца человека до метки К.

Следует иметь в виду, что ***для успешного взятия крови прокол пальца должен быть довольно глубоким.*** Капилляр следует держать горизонтально, погрузив его кончик в каплю крови, при этом кровь сама наполняет капилляр.

Обе порции крови выпускают на часовое стекло, смешивая с имеющимся там цитратом натрия. Полученную таким образом на часовом стекле смесь крови с цитратом натрия в отношении 4:1 набирают в капилляр до метки О и ставят капилляр в штатив. Фиксируют время. Через час смотрят, какова высота в миллиметрах образовавшегося верхнего столбика плазмы в капилляре. Его величина и является мерой СОЭ. Показания до 10 мм/ч принимаются за норму; показания от 10 до 15 мм/ч расцениваются как незначительное ускорение, 15-30 мм/ч – среднее ускорение, 30 мм/ч и выше – резкое ускорение.

Примечание: для практической работы допустимо набирать половинное количество крови и цитрата натрия, т.е. цитрата – 25 мм, крови – 100 мм.

Рекомендации к оформлению работы. Сравните полученные результаты определения СОЭ и дайте им оценку.

Контрольные вопросы.

1. Почему возможна несовместимость по группам крови?
2. На каком принципе основана методика определения групп крови?
3. В чем заключается биологическое значение свертывания крови? В чем опасность кровопотерь?
4. Каков механизм свертывания крови?
5. Чем плазма крови отличается от сыворотки?
6. Что такое гемофилия?
7. Какими способами можно предотвратить свертывание крови?
8. Какие факторы определяют скорость оседания эритроцитов?

Тема 8 Физиология кровообращения

Занятие 14

Тест «Система крови» (10 минут)

Работа 50 Наложение лигатур по Станниусу (изучение автоматии сердца)

Сердце обладает автоматизмом, т.е. способно ритмически сокращаться под влиянием возникающих в нем импульсов. Не все отделы сердца обладают одинаковой степенью автоматизма. Импульс возбуждения возникает в области венозного синуса (у лягушки) или синусного узла (у человека), которые обладают наивысшей степенью автоматизма. Эти узлы, дающие начало проводящей системе сердца, называются водителями сердечного ритма, так как от них зависит частота сердцебиений.

Вторым по степени автоматизма является атриовентрикулярный узел, расположенный в перегородке между предсердиями и желудочком. От этого узла идет пучок Гиса, который, направляясь вниз, в межжелудочковой перегородке делится на две ножки, спускающиеся по обе стороны перегородки и заканчивающиеся в толще сердечной мышцы на специальных волокнах Пуркинье.

Наименьшим автоматизмом обладает желудочек и в особенности верхушка сердца. В изолированном состоянии верхушка не способна к самостоятельным сокращениям.

Таким образом, проявляется закон градиента автоматии сердца. По этому закону следует: субстратом автоматии является проводящая система сердца; водителем ритма выступает синусный узел; все элементы проводящей системы обладают автоматией, но степень автоматии уменьшается от синусного узла к волокнам Пуркинье.

Автоматизм работы сердца можно изучить с помощью лигатур (перевязок) различных его отделов и наблюдения за их деятельностью. Путем перевязки достигается блокирование импульсов возбуждения в элементах проводящей системы сердца, находящихся под перевязкой

Цель работы: исследование автомании сердца, подтверждение основных положений закона градиента автоматии.

Материалы и оборудование: лягушка, препаровальный набор, препаровальная дощечка, булавки, физиологический раствор, пипетка, нитки, марля, секундомер.

Ход работы. У лягушки удалить головной и разрушить спинной мозг. Зафиксировать ее булавками за лапки на дощечке брюшком вверх. Вскрыть полость тела, обнажить сердце и снять перикард. Подсчитать число сокращений в 1 мин.

На протяжении опыта периодически смачивайте сердце физиологическим раствором во избежание подсыхания.

Осторожно приподнять сердце пинцетом за верхушку и рассмотреть белесоватую полоску, отделяющую венозный синус от предсердий. По ней должна пройти первая лигатура. Тонким пинцетом проведите нитку под обе дуги аорты. Приподнять желудочек и сместить его вперед. Концы нитки обвести вокруг сердца и сделать петлю, поместив ее строго по границе между предсердиями и венозным синусом. Быстро затянуть узел (Рис.37.Б).

Если перевязка сделана правильно, сердце останавливается в фазе диастолы, синус же продолжает сокращаться в прежнем ритме. Подсчитать этот ритм.

Через 20 – 30 минут предсердия и желудочек вновь начнут сокращаться, но в ином, более медленном ритме. Чтобы ускорить эти сокращения накладывают вторую лигатуру, затягивание узла которой механически стимулирует автоматизм атриовентрикулярного узла.

Вторая перевязка накладывается между предсердиями и желудочком по разделяющей их белой полоске (Рис.37.В). Подведите под сердце нитку, на вентральной стороне его концы нитки переплетите и расположите петлю на предсердно-желудочковой границе. Легкими рывками затягивайте петлю, пока не вызовите сокращений желудочка. Предсердия при этом не сокращаются. Подсчитайте параллельно число сокращений венозного синуса и желудочка.

Отделение верхушки сердца третьей перевязкой не приводит к автоматическому сокращению верхушки желудочка. Однако при раздражении верхушки препаровальной иглой она производит одиночное сокращение, т.е. возбудимость есть, а автоматии нет.

Рекомендации к оформлению работы. Описать ход опыта. Все результаты оформить в виде таблицы и сделать соответствующие выводы. Зарисовать схемы наложения лигатур.

Таблица 8 Частота сокращений отделов сердца при наложении лигатур по Станниусу

Отделы сердца	Число сокращений отделов сердца			
	До лигатур	После 1-ой лигатуры	После 2-ой лигатуры	После 3-ой лигатуры
Венозный синус				
Предсердия				
Желудочек				
Верхушка желудочка				

Занятие 15

Работа 51 Наблюдение рефрактерного периода и получение экстрасистолы

Рефрактерным периодом называется промежуток времени между двумя раздражениями, в течение которого в ткани (в данном случае в сердечной мышце) не может возникнуть повторное возбуждение. Рефрактерный период сердечной мышцы гораздо больше, чем скелетной мышцы. Его продолжительность для предсердий и желудочков равна длительности их систол. Вследствие этого в обычных условиях сердечная мышца не способна приходить в состояние тетанического сокращения. В сердечной мышце вслед за каждым одиночным сокращением наступает кратковременная пауза. Если в момент сокращения предсердий или желудочка нанести на них раздражение с целью получения дополнительного сокращения, то раздражение окажется не эффективным, так как в период систолы сердце рефрактерно.

Можно вызвать дополнительное сокращение предсердий и желудочка (экстрасистолу), если нанести раздражение в момент прекращения систолы или во время диастолы. При раздражении желудочка возникает экстрасистола, а после нее – длительная пауза (компенсаторная), которая возникает вследствие того, что очередной импульс от синусного узла приходит в момент экстрасистолы и оказывается недейственным, так как и в период экстрасистолы сердце рефрактерно.

Если раздражать предсердия тотчас по окончании их сокращения, то возникает экстрасистола, но без компенсаторной паузы, так как раздражение наносится на ведущую часть сердца – венозный синус – и его очередной импульс просто сдвигается во времени (на длительность экстрасистолы).

Цель работы: в эксперименте убедиться в изменении возбудимости сердца во время систолы, получить запись экстрасистолы и компенсаторной паузы.

Материалы и оборудование: набор для препарирования; препаровальная дощечка; электростимулятор; кардиографическая установка; кимограф; нитки; серфин; лягушка; раствор Рингера; пипетка.

Ход работы. Для раздражения отделов сердца одиночными электрическими импульсами к одному контакту электростимулятора присоедините провод с пластинкой, к другому – провод, тщательно зачищенный на противоположном конце.

Разрушьте головной и спинной мозг лягушки; приколите ее к препаровальной дощечке. Вскройте лягушку и обнажите сердце. С помощью серфина или крючка соедините его верхушку с миографом.

Электрод с пластинкой поместите под спину лягушки.

Запишите кардиограмму, т.е. кривую сердечных сокращений. Затем в процессе записи кардиограммы при включенном стимуляторе касайтесь желудочка зачищенным концом провода от стимулятора в различные моменты систолы и диастолы.

Отметьте, что при раздражении желудочка в момент систолы деятельность сердца не изменяется – кардиограмма остается прежней. При раздражении в момент диастолы наблюдается дополнительное сокращение – экстрасистола – с последующей удлиненной (компенсаторной) паузой.

Перенесите раздражающий электрод на венозный синус или предсердие и снова наносите одиночные удары током в момент систолы и диастолы предсердий. Отметьте отсутствие дополнительного сокращения при на несении раздражения в момент систолы. При раздражении в момент диастолы возникает экстрасистола, но отсутствует компенсаторная пауза. Объясните наблюдавшиеся явления.

Рекомендации к оформлению работы. В протоколе опыта нарисуйте полученные кардиограммы. Отметьте на кардиограмме моменты нанесения раздражений, экстрасистолу, компенсаторную паузу. На основании анализа полученной кардиограммы объясните, почему в ответ на одни раздражения экстрасистола не возникает, а на другие – возникает; одни экстрасистолы сопровождаются компенсаторной паузой, а другие нет. Объясните возникновение компенсаторной паузы.

Контрольные вопросы

1. Почему синусный узел называют водителем ритма?
2. Результат первой перевязки Станниуса и его теоретическое объяснение.
3. Результат второй перевязки Станниуса и его теоретическое объяснение.
4. Какие варианты в сокращении отдельных частей сердца возможны при наложении второй лигатуры Станниуса?
5. Что такое градиент автоматии сердца?
6. Что такое рефрактерность? Вспомните фазы рефрактерности.
7. Какое значение имеет длительная рерактерная фаза для функции сердца?
8. Что такое экстрасистола?
9. Почему возникает компенсаторная пауза после желудочковой эстрасистолы?
10. Всегда ли за экстрасистолой следует компенсаторная пауза?

Занятие 16

Работа 52 Электрокардиография

Электрокардиография – метод регистрации электрических явлений, возникающих в сердце во время сердечного цикла. Электрический потенциал, генерируемый сердечной мышцей, можно зарегистрировать на поверхности тела.

Электрокардиограмма (ЭКГ) обычно состоит из трех направленных вверх положительных зубцов P, Q, T и двух направленных вниз отрицательных зубцов R и S. Зубец P – предсердный комплекс ЭКГ; он является алгебраической суммой потенциалов, возникающих в правом и левом предсердиях при их возбуждении, причем потенциалы правого предсердия положительны, левого – отрицательны. QRST – желудочковые потенциалы, они отражают процессы возбуждения желудочков. Различают также интервалы: P – Q, QRS, S – T, Q – T, и R – R.

Продолжительность и амплитуда отдельных зубцов, интервалов и комплексов ЭКГ характеризуют два основных физиологических свойства сердца: возбудимость и проводимость. При электрокардиографии используется метод как биполярных, так и униполярных отведений.

Наиболее распространены следующие отведения

1. Три стандартных биполярных отведения, при которых регистрируется разность потенциалов между конечностями – от правой и левой руки (I отведение), правой и левой ноги (II отведение), левой руки и левой ноги (III отведение).

2. Три униполярных отведения от конечностей. При этих отведениях регистрируется разность потенциалов между одной из конечностей, на которой находится активный электрод, и индифферентным электродом. ЭКГ, отводимая от правой руки, обозначается буквами aVR, от левой – aVL, от левой ноги – aVF.

3. Семь униполярных околосердечных отведений, при которых регистрируется разность потенциалов между определенными точками на трудной клетке и нулевым потенциалом. Обозначаются как V_1,…V_7. Обычно для грудных отведений активный электрод помещают в точках, обозначаемых буквами: V_1 – 1 см от края грудины в 4 межреберье справа; V_2 – 1 см от края грудины в 4-м межреберье слева; V_3 – между V_2 и V_4; V_4 – в 5-м межреберье слева по среднеключичной линии; V_5 – в 5-м межреберье по передней аксиллярной линии; V_6 – в 5-м межреберье по средней аксиллярной линии; V_7 – в 5-м межреберье по задней аксиллярной линии.

Цель работы: ознакомиться с методом электрокардиографии, принципами анализа электрокардиограммы для оценки функциональных свойств сердца.

Материалы и оборудование: электрокардиограф , электроды, 10 %-ный раствор NaC1, марлевые салфетки, спирт, вата. Объект исследования – человек.

Ход работы. Подготавливают электрокардиограф к работе. Испытуемого укладывают на кушетку. Накладывают электрод в соответствии с описанными видами наложения при биполярных отведениях и одновременно укрепляют электрод на правой ноге. Он является индифферентным и предназначен для заземления испытуемого. Чтобы обеспечить хороший электрический контакт, между электродами и кожей, протертой ватой со спиртом, помещают марлю, смоченную 10 %-ным раствором NaC1. Записывают калибровочный сигнал (1 mV=1 см).

Для удобства и точности расшифровки ЭКГ регулятор скорости протяжки ленты устанавливают на 25 или 50 мм/с. После этого делают запись в описанных выше отведениях, отмечая на ленте вид отведения.

Рекомендации к оформлению работы. ЭКГ, зарегистрированную во всех отведениях, вклейте в протокол опыта. Отметьте вид отведений, зубцы и интервалы соответствующими обозначениями. Определите по ЭКГ положение электрической оси сердца, продолжительность сердечного цикла (интервал R – R) и частоту сердечных сокращений. Опишите форму и рассчитайте амплитуду зубцов: P, R, и T. Измерьте интервалы P – Q, Q – T, T – R. На основании проведенного анализа ЭКГ охарактеризуйте функциональное состояние сердца испытуемого и отклонения, если они имеются.

Занятие 17

Работа 53 Аускультация сердца человека

Деятельность сердца сопровождается звуковыми явлениями, которые называются

тонами сердца. При выслушивании сердца непосредственно ухом или при помощи фонендоскопа или стетоскопа слышны два тона разной высоты и продолжительности. Различают первый, систолический, и второй, диастолический тон. Систолический тон низкий, глухой и более продолжительный, диастолический – короткий и высокий, резкий.

Первый тон почти совпадает с зубцом R ЭКГ. Он возникает в результате колебания атриовентрикулярных клапанов, натяжения и вибрации сухожильных нитей и напряжения мышцы желудочков. Второй тон возникает при захлопывании створок полулунных клапанов и почти совпадает с зубцом Т ЭКГ. У здорового человека тоны и паузы сердца при 75 сокращениях в минуту имеют следующую продолжительность: первый тон – 0,11 с; первая пауза – 0,2 с; второй тон – 0,07 с; вторая пауза – 0,42 с.

Для выслушивания тонов сердца фонендоскоп устанавливают на грудной клетке не в местах проекции отдельных клапанов, а несколько кнаружи от них. Тогда каждый тон будет слышен отчетливее.

Место проекции двустворчатого (митрального) клапана лежит ниже прикрепления третьего левого реберного хряща к грудине, а место наилучшего выслушивания – в пятом межреберном промежутке, на 1 – 1,5 см внутрь от среднеключичной линии. Место проекции трехстворчатого клапана – на средней линии грудины, несколько ниже места прикрепления к ней четвертых реберных хрящей, а выслушивается он на нижнем конце тела грудины справа.

Полулунные клапаны легочной артерии выслушиваются во втором межреберном промежутке слева, непосредственно у грудины, а полулунные клапаны аорты – тоже во втором межреберном промежутке, но только справа от грудины.

Цель работы: научиться выслушивать каждый клапан, различать два тона.

Материалы и оборудование: фонендоскоп. Объект исследования – человек.

Ход работы. Определить места проекции клапанов сердца на поверхности грудной клетки и точки наилучшего их прослушивания (можно отметить их различными цветными карандашами). Выслушивать при помощи фонендоскопа работу каждого клапана. Убедиться в наличии двух раздельных тонов

Рекомендации к оформлению работы. В протоколе описать наблюдаемые явления, дать объяснение причин появления тонов. Нарисовать схему расположения точек на грудной клетке, в месте которых надо прослушивать каждый клапан.

Работа 54 Глазо-сердечный рефлекс (опыт Данини-Ашнера)

При надавливании на главное яблоко человека, деятельность сердца замедляется. Рефлекторная дуга представлена чувствительными волокнами глазодвигательного нерва, продолговатым мозгом и блуждающими нервами, которые проводят тормозящие импульсы к сердцу.

Цель работы: выполнить эксперимент, проанализировать механизм влияния на сердечную деятельность.

Материалы и оборудование: секундомер, объект исследования – человек.

Ход работы. У обследуемого по пульсу подсчитывают количество сокращений сердца за 1 – 2 минуты (желательно по 10-секундным периодам).

Экспериментатор прикладывает обе руки к боковой поверхности головы обследуемого, а большими пальцами медленно надавливает одновременно *в течение 5 – 8* секунд на оба глазных яблока (несильно!) и быстро прекращает давление. Считают *с начала давления на глаза* количество ударов пульса и сравнивают с исходным числом. Пульс может замедляться до 20 ударов в минуту.

Рекомендации к оформлению работы. Оформить протокол. Зарисовать схему рефлекторной дуги и сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Почему в электрокардиографии токи действия сердца регистрируют с поверхности тела?
2. О каких свойствах сердечной мышцы можно судить по электрокардиограмме?

3. Перечислите методы регистрации биотоков сердца.
4. Каковы причины возникновения первого и второго тонов сердца?
5. Какое значение имеет регистрация тонов и шумов сердца?
6. В каких местах выслушиваются тоны отдельных клапанов?
7. Какое влияние на деятельность сердца оказывает возбуждение блуждающих нервов?

Работа 55 Измерение артериального давления

Уровень артериального давления зависит от работы сердца и величины просвета сосудов. Артериальное давление колеблется в зависимости от фаз сердечного цикла. В период ***систолы*** (сокращения) оно повышается (**систолическое** или максимальное давление), в период ***диастолы*** (расслабления) – снижается (**диастолическое** или минимальное давление).

Разность между величиной систолического и диастолического давления составляет **пульсовое** давление.

У здорового человека в возрасте от 20 до 40 лет уровень систолического давления при измерении в плечевой артерии колеблется в пределах 110 – 120 мм рт. ст., диастолического – 60 – 80 мм рт. ст., пульсовое давление составляет 30 – 40 мм рт. ст. Повышение артериального давления называется гипертонией, понижение – гипотонией.

Можно рассчитать, каким должно быть артериальное давление в зависимости от возраста (так называемое **«идеальное давление»**), используя формулы (**по З.М. Волынскому**):

Систолическое давление = 102 + 0,6 возраста.

Диастолическое давление = 53 + 0,4 возраста.

Артериальное давление определяется с помощью ртутного сфигмоманометра или мембранного тонометра аускультативным методом Н.С. Короткова

Цель работы. Освоить методику измерения артериального давления по Н.С. Короткову.

Материалы и оборудование: тонометр или сфигмоманометр, фонендоскоп. Объект исследования – человек.

Ход работы. Аускультативным методом Н.С. Короткова можно измерить как систолическое, так и диастолическое давление.

Сидя на стуле, испытуемый кладет расслабленную руку на стол (Рис.44.), на обнаженное плечо ему накладывают манжетку [2] так, чтобы она плотно охватывала плечо. Нижний край манжетки должен отстоять от локтевого сгиба не меньше чем на 1 – 1,5 см, а резиновые трубки прибора находились сбоку локтевого сустава. В локтевой ямке находят пульсирующую плечевую артерию, на которую ставят фонендоскоп [4]. Закрывают на резиновой груше [3] винтовой клапан. Нагнетанием воздуха в манжетку в ней создают давление выше максимального, пульс исчезает.

Медленно и постепенно открывают винтовой клапан и, выпуская воздух из манжетки, выслушивают сосудистые тоны в плечевой артерии. В момент появления тонов показания тонометра [1] соответствует систолическому давлению.

Продолжают снижать давление в манжетке и слушают нарастающую силу тонов, которые затем ослабевают и исчезают. Момент исчезновения тонов соответствует диастолическому, или минимальному, давлению. Не снимая манжетки, повторяют 2 – 3 раза измерения систолического и диастолического давлений.

Рекомендации к оформлению работы. Показатели систолического и диастолического давления зафиксировать в тетради. Вычислить пульсовое давление и так называемое «идеальное давление». Сравнить полученные показатели артериального давления с физиологической нормой и вычисленными показателями «идеального давления».

Занятие 18

Работа 56 Определение показателей сердечно-сосудистой системы (частоты пульса, систолического, диастолического и пульсового давления, систолического и

минутного объемов) у человека в покое и после физической нагрузки

Даже кратковременная физическая нагрузка изменяет функциональные показатели сердечно-сосудистой системы: частоту пульса, объёмы крови, выбрасываемой каждым желудочком сердца при одном сокращении (систолический объём) и за минуту (минутный объём), уровни артериального давления. Причем по этим реакциям системы можно судить о её функциональной работоспособности.

Цель работы: закрепление навыков определения артериального давления непрямым методом; ознакомиться со способом приближенного вычисления величин систолического и минутного объемов крови; проследить за изменениями показателей ССС при физической работе и на основании них дать оценку её функциональным возможностям.

Материалы и оборудование: тонометр, фонендоскоп, секундомер, метроном.

Ход работы. Сначала определятся частота сердечных сокращений по пульсу за минуту (ЧСС) и уровни систолического давления (СД) и диастолического (ДД) у испытуемого в покое.

Не снимая манжеты, взяв в руку тонометр, испытуемый делает под метроном 20 глубоких приседаний за 30 с и быстро садится. Не теряя ни секунды, у испытуемого вновь определяются СД, ДД и ***обязательно одновременно с определением давления подсчитывается пульс*** *(ЧСС).*

Рекомендации к оформлению работы. Зная СД и ДД, вычислить пульсовое давление (ПД) по формуле:

ПД = СД – ДД

Этот расчет сделать как по данным покоя, так и после физической нагрузки.

Для состояний покоя и после нагрузки высчитать по формуле Старра величину **систолического объема крови (СО)**:

СО = [(101 + 0,5 × ПД) – (0,6 × ДД)] – 0,6 × А,

где А – возраст испытуемого, ПД – пульсовое давление, ДД – диастолическое.

Вычисленное значение **СО** использовать для определения **минутного объема крови (МО):**

МО = СО × ЧСС

Все экспериментальные и вычисленные показатели сердечно-сосудистой системы зафиксировать в тетради в форме таблицы.

Величину систолического и диастолического, а также пульсового давления в спокойном состоянии сравните с физиологической нормой. Отметьте, как изменились все показатели ССС после физической нагрузки; за счёт какого фактора возрастает после нагрузки минутный объём: за счёт увеличения частоты сердцебиений (*неудовлетворительная реакция*) или, преимущественно, из-за увеличения систолического объёма сердца (*хорошая реакция*)?

Таблица 9 Показатели ССС в покое и после физической нагрузки

Показатели ССС	в покое	после физич. нагрузки:
ЧСС Систолическое давление Диастолическое давление Пульсовое давление Систолический объем Минутный объем		

Анализ результатов и оценку функционального состояния сердечно-сосудистой системы запишите в протоколе под таблицей результатов.

Работа 57 Наблюдение нервных и гуморальных влияний на кровообращение в плавательной перепонке задней лапки лягушки

Ширина просвета сосудов изменяется под влиянием различных нервных и гуморальных факторов. При сужении сосудов скорость движения крови увеличивается, а при расширении – уменьшается.

Раздражение симпатических нервов вызывает сужение сосудов, К сосудам лапки лягушки симпатические волокна проходят в составе седалищного нерва. Раздражая его, можно наблюдать сужение сосудов. Перерезка седалищного нерва ведет к расширению сосудов.

Кроме того, сосудосуживающий эффект можно получить рефлекторно, раздражая поверхность кожи лягушки.

Сильным сосудосуживающим свойством обладает адреналин. Если нанести каплю раствора адреналина на поверхность плавательной перепонки лапки лягушки, то скорость движения крови увеличивается, что свидетельствует о сужении сосудов.

Цель работы: на сосудах плавательной перепонки лягушки изучить механизмы регуляции сосудистого тонуса.

Материалы и оборудование: картонка с отверстием; булавки, микроскоп; раствор адреналина (1 – 10000); 0,65 % раствор NaCl, электростимулятор, лягушка, бинт.

Ход работы. Туловище спинальной лягушки прибинтуйте к картонке так, чтобы плавательная перепонка задней лапки находилась над отверстием.

Растяните перепонку лапки над окошечком, используя булавки, которые вкалываются вокруг отверстия. Булавками прикалывать кончики пальцев к пластинке в косом направлении, чтобы не мешать объективу микроскопа. Слишком сильно растягивать перепонку нельзя, так как это может нарушить кровообращение.

Укрепив лягушку на картонке, поместите перепонку под объектив микроскопа. Перепонку постоянно смачивайте физиологическим раствором.

Рассмотрите сначала при малом, а затем при большем увеличении артерии, капилляры и вены, руководствуясь строением стенки сосуда и направлением тока крови. Сравните скорость течения крови в этих сосудах и отметьте пульсацию артерий. Обратите внимание на временную деформацию эритроцитов в местах ветвления мелких артерий.

Отметив исходный просвет сосудов, раздражайте слабым током кожу лапки лягушки или ритмически покалывайте ее иглой и отметьте, что скорость движения крови в них увеличивается, а, следовательно, сосуды суживаются.

Капните на поверхность кожи плавательной перепонки раствора адреналина и наблюдайте за изменением просвета.

Отпрепарируйте седалищный нерв вдоль бедра исследуемой конечности и подведите под него лигатуру. Под микроскопом найдите участок плавательной перепонки, где были бы видны артерии, капилляры и вены. Отметьте исходный просвет сосудов. Завяжите нитку на нерве и перережьте его выше перетяжки. Следите за изменением просвета сосудов.

Поднимая периферический конец перерезанного нерва за нитку, подведите под него электроды. Отметив исходный уровень просвета сосудов, раздражайте нерв электрическим током. Убедитесь, что скорость движения крови увеличилась, а ширина просвета сосуда уменьшилась.

Рекомендации к оформлению работы. Запишите наблюдаемые явления, проанализируйте их. Сделайте выводы о влиянии нервной системы и гуморальных факторов на просвет сосудов. Зарисуйте схематично ток крови в артериальных и венозных сосудах.

Контрольные вопросы

1. Что такое артериальный пульс? Каковы причины его проявления?
2. Какие факторы определяют кровяное давление?
3. Что называется систолическим, диастолическим и пульсовым давлением? Какова их физиологическая норма?
4. Какое давление крови в различных отделах кровеносной системы?
5. Какова скорость кровотока в различных отделах кровеносной системы?
6. Что такое сосудистый тонус?

7. Каковы механизмы регуляции тонуса сосудов?

Тема 9. Физиология дыхания

Занятие 19

Тест «Кровообращение» (10 минут)

Работа 58 Наблюдение работы мерцательного эпителия у лягушки

Цель работы: исследовать двигательную функцию мерцательного эпителия на примере работы глоточного эпителия лягушки.

Материалы и оборудование: микроскоп, препаровальный набор инструментов, лягушка, препаровальная доска, предметное стекло, физраствор, пипетка, стеклограф, пробковая или угольная крошка, фильтровальная бумага.

Ход работы. У лягушки разрушают головной и спинной мозг, прикрепляют её к препаровальной доске спиной вниз, удаляют нижнюю челюсть и, обнажив пищевод, разрезают его вдоль.

На нёбо лягушки кладут маленький кусочек пробки или крупинки угля. Заметно движение кусочка по направлению к глотке.

Рассматривают под микроскопом кусок слизистой оболочки, взятый в месте перехода глотки в пищевод. Заметно мерцательное движение. Здесь вырезают кусочек пищевода, кладут его на стеклянную пластинку, внутренней поверхностью к стеклу. Кусочек медленно передвигается по стеклу благодаря движению мерцательного эпителия. Чтобы движение было более заметно, под стекло следует подложить кусок миллиметровой бумаги или на обратной стороне стекла нанести линию начального положения пищевода.

Рекомендации к оформлению работы. Оформить протокол, описав все наблюдения, их обсуждение, сделать выводы о роли мерцательного эпителия дыхательных путей.

Работа 59 Схема действия диафрагмы (модель Дондерса)

При вдохе объем грудной полости увеличивается, при выдохе уменьшается. Эластичная ткань легких всегда следует за изменениями объема грудной полости, расширяясь при вдохе и спадаясь при выдохе. При спокойном вдохе в плевральной щели создается отрицательное давление, равное 7 – 9 мм, а при глубоком вдохе – 30 мм рт. ст. Это заставляет легкие расширяться и атмосферный воздух входить в них. При выдохе объем грудной полости уменьшается, сдавливая легкие и тем самым выталкивая из них избыток воздуха, который выходит наружу.

Условия, возникающие в грудной полости при дыхательных движениях, можно наблюдать на упрощенной модели аппарата Дондерса. Он представляет собой стеклянный сосуд с резиновой мембраной вместо дна. В середину мембраны ввязан легкий шарик. Сверху сосуд закрыт широкой пробкой с отверстием для тройника, на два конца которого привязано по резиновому баллончику, имитирующие легкие, верхний свободный конец тройника сообщает «дыхательную» полость модели с атмосферным воздухом.

Цель работы: наблюдать на искусственной модели механизм дыхательных движений.

Материалы и оборудование: модель Дондерса.

Ход работы. Поочередно оттягивайте вниз и вдавливайте внутрь сосуда резиновое дно аппарата, имитирующее диафрагму, за ввязанный в него шарик. Наблюдайте за изменением объема «легких»: спадением их при вдавливании и расширением – при оттягивании резинового дна.

Рекомендации к оформлению работы. Объясните наблюдаемые явления. Аппарат Дондерса зарисуйте.

Работа 60 Сравнительное содержание CO_2 во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе

Вдыхаемый воздух содержит 20,95 % кислорода, 0,03 % углекислого газа и 79,02 % азота и инертных газов. В выдыхаемом воздухе вследствие газообмена между венозной кровью и воздухом легких кислорода содержится 17 %, углекислого газа – 4 %; остальное –

азот и инертные газы.

Углекислый газ можно обнаружить, пользуясь баритовой или известковой водой, образующей с ним нерастворимую соль.

Ознакомьтесь с устройством клапанов Мюллера. В две пробирки, каждая из которых снабжена пробкой с двумя отверстиями, пропущено по две трубки. Одна из них – длинная, опущена почти до дна склянки, другая – короткая, заканчивается под пробкой. Обе склянки соединены резиновыми трубками с мундштуком через тройник. В одной пробирке при вдохе вследствие разрежения воздуха через баритовую воду пойдет вдыхаемый воздух. В другой – при выдохе в результате повышения давления через баритовую воду пойдет выдыхаемый воздух. Таким образом, ток воздуха пропускается клапанами в различных направлениях.

Цель работы: получить экспериментальное доказательство того, что в процессе обмена веществ образуется углекислый газ, избыток которого удаляется из крови при вентиляции легких.

Материалы и оборудование: Клапаны Мюллера, заполненные баритовой водой, спирт, вата.

Ход работы. Прежде чем приступить к работе, продезинфицируйте ваткой, смоченной спиртом, мундштук прибора.

Дышите через мундштук. Сравните степень помутнения баритовой воды в обеих склянках. Резкое помутнение раствора в пробирке, через которую проходил выдыхаемый воздух, и едва заметное помутнение в другой доказывает, что в выдыхаемом воздухе содержится много больше углекислого газа, чем во вдыхаемом.

Рекомендации к оформлению работы. При оформлении протокола запишите результаты опыта. Зарисуйте схему прибора.

Контрольные вопросы

1. Какова роль мерцательного эпителия дыхательных путей?
2. Каков механизм изменения объема легких?
3. Что такое пневмоторакс?
4. Сравните состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.
5. Какой состав имеет альвеолярный воздух?
6. Почему в альвеолярном воздухе больше CO_2 и меньше кислорода, чем в выдыхаемом?

Работа 61 Спирометрия

Жизненная ёмкость легких (ЖЁЛ) – это наибольшее количество воздуха, которое человек может выдохнуть после максимального вдоха. Являясь показателем подвижности лёгких и грудной клетки, ЖЁЛ характеризует функциональные возможности дыхательной системы. Средняя величина ЖЕЛ у мужчин 3800 – 4200 мл, у женщин – 2800 – 500 мл, у спортсменов ЖЕЛ может достигать 7000 мл и выше.

Функциональное состояние легких зависит от возраста, роста, пола, физического развития и ряда других факторов. Для выяснения соответствия измеренной у испытуемого величины ЖЁЛ его физическим данным следует сравнить её с **должной** величиной ЖЁЛ. **Должную ЖЁЛ** рассчитывают по формулам. Самая простая из них учитывает рост:

для юношей – **ЖЁЛ $_{должн.}$= рост (в см) × 25**,

для девушек – **ЖЁЛ $_{должн.}$= рост (в см) × 20**.

Результат выражается в миллилитрах.

Более точное значение должной ЖЁЛ определяют по формуле, учитывающей пол, возраст и рост:

для мужчин – **ЖЁЛ $_{должн}$=рост(см)×0,052 – возраст(лет)×0,022 – 3,60 ,**

для женщин – **ЖЁЛ $_{должн}$=рост(см)×0,041 – возраст(лет)×0,018 – 2,68 .**

Отклонения экспериментально найденной величины ЖЁЛ от вычисленной должной на ±10 % расцениваются как несущественные. Меньшая чем должная величина ЖЁЛ свидетельствует о недостаточной вентиляции легких. Причинами могут быть малые экскурсии

грудной клетки (слабое физическое развитие), а также уменьшение растяжимости легких (чаще как последствия патологии: фиброз легких, плевральные спайки и т.п.) или сужение воздухоносных путей (при воспалении, набухании их слизистой оболочки или спазме бронхиальных мышц у больных бронхиальной астмой, астмоидным бронхитом и т.д.).

Цель работы. Ознакомиться с методикой определения ЖЁЛ, оценить развитие дыхательной системы по этому показателю.

Материалы и оборудование: спирометр (сухой или водный), дезинфицирующий раствор, вата. Объект исследования – человек.

Ход работы. ЖЁЛ определяют, используя водный спирометр или сухой (Рис. 47.).

Сухой спирометр представляет собой цилиндрический пластмассовый корпус с патрубком на торце для продувания через прибор измеряемого объема воздуха. На патрубок надевается индивидуальный продезинфицированный мундштук. На боковой поверхности корпуса расположен свободно вращающийся лимб, градуированный в литрах. Это измерительная шкала, а под ней находится стрелка, положение которой зависит от вращения под влиянием пропускаемого через прибор воздуха многолопастного винта внутри корпуса.

Определение ЖЁЛ осуществляют в положении испытуемого стоя. На патрубок спирометра надеть мундштук и протереть его ватой, смоченной дезинфицирующим раствором. Нуль измерительной шкалы сухого спирометра поворотом установить на уровне кончика стрелки. Испытуемый после максимального вдоха делает максимально глубокий выдох в спирометр. По шкале спирометра определить ЖЁЛ в литрах. Для повышения точности результатов измерение провести несколько раз (*после каждого снятия показаний возвращать стрелку прибора на нулевую отметку!*) и вычислить среднюю величину.

Вычислить по формуле, учитывающей пол, возраст и рост, должную ЖЁЛ.

Рекомендации к оформлению работы. Методику исследования и полученные данные запишите в тетрадь. Сравните величину ЖЕЛ, измеренную спирометром, с должной ЖЕЛ, вычисленной по формуле и номограмме. Сделать вывод о развитии дыхательной системы и ее функциональных возможностях.

Работа 62 Пневмотахометрия

Это метод определения максимальной скорости воздушного потока при форсированном вдохе или выдохе с использованием пневмотахометра. Пневмотахометр представляет собой дифференциальный пневмоманометр, по шкале которого можно определить скорость воздушного потока в л/с.

Датчиком прибора является трубка [1], просвет которой в средней части имеет сужение в виде перегородки с отверстием определенного диаметра по центру. По обе стороны перегородки от трубки отходят патрубки, соединяемые эластическими трубками с манометром [3]. При продувании воздуха через трубку давление его до перегородки выше, чем за препятствием. Эту разность давлений и фиксирует манометр. Поскольку перепады давления по величине зависят от **объемной скорости** воздушного потока, шкала манометра градуирована в литрах за секунду. При исследовании испытуемому нужно стремиться делать как можно более мощно, быстро вдох или выдох через трубку, создавая максимально возможную для него скорость воздушного потока. При определении мощности вдоха переключатель прибора [2] должен стоять в положении «Вдох». Напротив, при положении переключателя в положении «Выдох» – следует определять мощность выдоха (в других моделях прибора операции вдоха и выдоха осуществляются через соответственно маркированные концы трубки-датчика).

Полученные при пневмотахометрии показатели мощности вдоха и выдоха отражают степень сопротивления дыхательных путей потоку воздуха, а также силоскоростные возможности дыхательной мускулатуры.

Количественные значения этих показателей колеблются в широких пределах, что зависит от индивидуальных особенностей дыхательной системы.

Мощность выдоха, определенную экспериментально, можно сравнить с вычислен-

ной **должной скоростью воздушного потока** (максимальной скоростью потока) в зависимости от пола, роста, возраста испытуемого.

Должная скорость потока воздуха вычисляется по формуле:

для мужчин – **макс. $V_{об}$ потока = [3,95 – (возраст × 0,015)] × рост(см);**

для женщин – **макс. $V_{об}$ потока = [2,93 – (возраст × 0,007)] × рост(см).**

Полученная величина выражается в литрах в минуту.

Цель работы: ознакомиться с методикой пневмотахометрии, используя которую, определить мощность вдоха и выдоха у нескольких испытуемых. Рассчитать для каждого из них должную максимальную скорость воздушного потока при выдохе. По результатам оценить физическое развитие в целом и функциональные возможности дыхательной системы в частности.

Материалы и оборудование: пневмотахометр, спирт, вата. Объект исследования – человек.

Ход работы. Исследования выполняют при положении испытуемого стоя. Съемный мундштук надевается на соответствующий определяемому показателю маркированный словом «ВДОХ» или «ВЫДОХ» конец трубки датчика. Мундштук дезинфицируется протиранием ваткой, смоченной спиртом. Для измерения мощности вдоха испытуемый после полного выдоха делает форсированный вдох через датчик пневмотахометра. При измерении мощности выдоха испытуемый из положения максимального вдоха делает форсированный выдох через датчик пневмотахометра. Каждую операцию повторяют 5 раз. Мощность вдоха и выдоха определяют по максимальным полученным показателям.

Рассчитать по формуле должную максимальную скорость воздушного потока при выдохе.

Рекомендации к оформлению работы. Запишите в тетрадь методику и результаты пневмотахометрии. Сравните результаты пневмотахометрии с вычисленной должной скоростью потока при выдохе и сделайте соответствующий вывод. Сопоставьте показатели пневмотахометрии разных испытуемых с их соматометрическими данными: окружностью груди, величиной ЖЕЛ.

Контрольные вопросы

1. Почему морфо-функциональные показатели дыхательной системы могут быть использованы для оценки физического развития как критерия индивидуального здоровья?
2. Что такое «жизненная емкость легких»?
3. Как проверить, достаточна ли для вашего организма ЖЕЛ, измеренная спирометром?
4. О чем могут поведать полученные экспериментально показатели мощности вдоха и выдоха?
5. Каков механизм усиления дыхания при мышечной нагрузке?
6. Каковы механизмы влияния на частоту и глубину дыхания задержки дыхания и гипервентиляции?

Занятие 20

Работа 63 Пневмография в покое и после физической нагрузки

Пневмография – это графическая регистрация дыхательных движений.

Дыхательные движения записывают с помощью пневмографов. Большинство из них регистрирует экскурс грудной клетки, изменения ее окружности при дыхании. Есть приборы, фиксирующие колебания давления в трахее, носовой и ротовой полости и плевральной щели.

Описываемый здесь пневмограф предназначен для записи изменений окружности трудной клетки при вдохе и выдохе. Он состоит из воспринимающей части (датчика) и записывающего устройства, связь которых осуществляется с помощью пневматической передачи. Датчиком является резиновая манжета, накладываемая на грудную клетку и запол-

няемая воздухом. Записывающее устройство представлено капсулой Марея и пишущим рычажком. Капсула Марея – это круглая металлическая чашечка, одна сторона которой затянута резиновой мембраной. В центре мембраны укреплена легкая алюминиевая подпорка (пелот), передающая колебания мембраны на рычажок с писчиком. Писчик должен быть установлен горизонтально.

Получаемая запись дыхательных движений, называемая пневмограммой, имеет вид кривой, подъем которой соответствует вдоху, а снижение – выдоху. Амплитуда кривой отражает глубину дыхательных движений, а скорость сменяемости ее зубцов – частоту дыхания.

В покое у взрослого человека частота дыханий равняется 16 – 18 в минуту; у людей, физически тренированных, она меньше.

Цель работы: ознакомиться с методикой пневмографии; использовать ее в эксперименте для выявления влияния физической нагрузки на характер дыхания.

Материалы и оборудование: пневмографическая установка (пневмограф, штатив, кимограф). Исследование проводится на человеке.

Ход работы. Усаживают испытуемого боком к столу, на котором расположена пневмографическая установка. Укрепить на грудной клетке испытуемого манжету и заполнить ее воздухом. Резиновую трубку, отходящую от манжеты, соединить с капсулой Марея. Проверить, происходит ли движение писчика при дыхании, достаточное ли в системе давление. Если колебания писчика выражены слабо, следует увеличить давление или приблизить к пелоту ось вращения рычажка.

Привести писчик в соприкосновение с барабаном кимографа. ***Предупредить испытуемого, что он не должен видеть записи своих дыхательных движений.***

Запустить кимограф с медленной скоростью и записать пневмограмму в течение 20 – 30 с при спокойном дыхании.

После того как запись сделана, отсоединить манжету от капсулы Марея, предварительно пережав трубку манжеты во избежание резкого снижения давления в ней.

Испытуемый производит 20 – 30 приседаний, после чего как можно быстрее присоединить датчик к регистрационной капсуле и записать дыхание после выполнения физической работы.

Рекомендации к оформлению работы. Зарисовать в протоколе опыта пневмограммы в покое и после физической нагрузки. Объяснить механизмы усиления дыхания при физической работе.

Работа 64 Рефлекторные влияния на дыхание

Внешнее дыхание изменяется в соответствии с воздействиями на организм факторов внешней среды или изменениями в самом организме. В основе такого реагирования дыхательной системы на изменения условий лежит рефлекторный механизм управления системой. Некоторые частные рефлекторные реакции дыхательной системы пронаблюдаем в эксперименте:

а) влияние на дыхание акта глотания;

б) влияние на дыхание раздражения слизистой носовой полости парами аммиака;

в) координация дыхательных движений при речи, пении.

Цель работы: с помощью пневмографии зафиксировать и проанализировать рефлекторные изменения дыхания при некоторых воздействиях на организм.

Материалы и оборудование: пневмографическая установка, стакан с питьевой водой, раствор аммиака, вата, страница печатного текста.

Ход работы.

а) *Рефлекторное изменение дыхания при глотании.*

Настроить регистрацию дыхательных движений. Предложите испытуемому взять в рот воду, но без команды не глотать. Запустите регистрацию дыхания и, зарегистрировав несколько циклов, дайте команду проглотить воду ***в момент вдоха***. Наблюдать записываемые изменения дыхания.

Проделывать аналогичный опыт с проглатыванием воды ***во время выдоха***.

б) *Влияние на дыхание раздражения слизистой носовой полости парами аммиака*;

Регистрировать дыхательные движения с помощью пневмографа. Поднести к носу испытуемого вату, смоченную раствором аммиака. Наблюдать и записать изменения дыхания. Убрать вату. Продолжить запись до восстановления нормального ритма дыхания. На пневмограмме стрелками отметить начало и окончание воздействия аммиака на испытуемого.

в) *Координация дыхательных движений при речи, пении*.

Настроить регистрацию дыхательных движений. Запишите несколько дыхательных движений при спокойном дыхании. Продолжая запись, попросите испытуемого прочитать вслух пару небольших абзацев печатного текста.

Динамику дыхания при пении можно наблюдать следующим образом: после регистрации нескольких циклов спокойного дыхания предложите испытуемому спеть отрывок любого музыкального произведения (песни, арии), продолжая регистрацию дыхательных движений.

Рекомендации к оформлению работы. Оформить протокол эксперимента, в пункте результатов которого в соответствии с последовательностью выполнения работы зарисуйте полученные пневмограммы. Опишите наблюдаемые изменения дыхания в каждом из этапов работы (пункты *а, б, в*) и дайте объяснение механизмов их проявления.

Работа 65 Влияние на дыхание избытка в крови CO_2 и произвольной гипервентиляции легких

Внешнее дыхание, прежде всего, обеспечивает постоянство газового состава альвеолярного воздуха, а через него, влияя на газообмен между альвеолярным воздухом и кровью, поддерживает нормальное содержание в крови кислорода и двуокиси углерода. Соответственно всякое изменение напряжения газов крови вызывает рефлекторные и гуморальные изменения характеристик внешнего дыхания.

Цель работы: наблюдать и проанализировать изменения дыхания после произвольной задержки дыхания (вызывает гиперкапнию) и произвольной гипервентиляции лёгких (приводит к гипокапнии).

Материалы и оборудование: пневмографическая установка.

Исследование проводится на человеке.

Ход работы.

а) влияние на дыхание избытка двуокиси углерода в крови

С помощью пневмографа запишите на кимографе кривую дыхательных движений при спокойном дыхании (эйпноэ). Не прекращая записи, испытуемому даётся экспериментатором команда задержать дыхание после спокойного выдоха (на 30 – 40 с). Задержка дыхания вызывает повышение содержания CO_2 в крови (гиперкапнию). Записать дыхательные движения после его возобновления и далее до нормализации дыхания.

б) влияние на дыхание произвольной гипервентиляции лёгких

Настройте регистрацию дыхательных движений. Сначала зафиксируйте на кимографе несколько циклов спокойного дыхания, а затем, продолжая запись, предложите испытуемому сделать 5 – 7 частых и глубоких дыхательных движений. Наблюдать и зарегистрировать последующие изменения дыхания (вплоть до восстановления спокойного дыхания).

Рекомендации к оформлению работы. Оформить протокол исследования, в результативной части которого изобразить полученные пневмограммы, описать наблюдаемые изменения характеристик дыхания и дать объяснения механизмов их проявления.

Контрольные вопросы

1. Каковы механизмы усиления дыхания при мышечной нагрузке?
2. Почему происходит торможение дыхания при глотательных движениях?
3. Опишите звенья рефлекторной дуги тормозного дыхательного рефлекса при воздействии паров аммиака на дыхательные пути.

4. Каковы механизмы влияния на частоту и глубину дыхания задержки дыхания и гипервентиляции?

Тема 10. Физиология пищеварения

Занятие 21

Тест «Физиология дыхания» (10 минут)

Работа 66 Реакция слюны

Ротовая полость является рефлексогенной зоной, обеспечивающей начало рефлекторной регуляции функций пищеварительной системы.

Слюна, играющая важную роль в пищеварении, секретируется тремя парами слюнных желез (околоушными, подчелюстными и подъязычными), а также многочисленными мелкими железами, рассеянными в слизистой ротовой полости. Околоушные железы у человека состоят из серозных клеток и выделяют самую жидкую слюну. Подчелюстные железы смешанные, но преимущественно выделяют серозный секрет. Подъязычные же железы слизистые, соответственно, вырабатывают вязкую слюну. Таким образом, слюна, находящаяся в ротовой полости, представляет смесь секретов всех слюнных желез.

За сутки может выделяться до 1000 – 1500 мл слюны. В состав смешанной слюны входят вода (99,4 %), органические и неорганические вещества. Органические вещества в слюне составляют в основном ферменты: амилаза слюны, мальтаза, лизоцим (бактериоцидный фермент), а также муцин. Минеральные вещества слюны – это преимущественно соли, играющие буферную роль в ротовой полости (бикарбонат натрия, хлористый калий, хлористый натрий, фосфаты). Смешанная слюна имеет pH в пределах 5,8 – 7,36. Слюна, взятая непосредственно из протоков, имеет слабощелочную среду, близкую к нейтральной. Но в ротовой полости слюна подвергается подкислению продуктами деятельности микроорганизмов.

Цель работы: определить pH слюны с помощью универсальной индикаторной бумаги и сравнить полученные результаты всех испытуемых.

Материалы и оборудование: пробирки, воронки, вата, универсальная индикаторная бумага.

Ход работы. В пробирку набрать слюны (с учетом последующих работ занятия – до 10 мл), профильтровать через редкий слой ваты.

В пробирку со слюной погрузить полоску индикаторной бумаги, вытащить и, сравнив по окраске со стандартной цветной шкалой, определить pH слюны.

Рекомендации к оформлению работы. Результаты определения pH нескольких испытуемых внести в протокол, сравнить, сделать выводы.

Работа 67 Определение вязкости слюны

Наличие в слюне, как смеси секретов всех слюнных желез, органических компонентов, прежде всего***, муцина***, придает ей слизистость, вязкость. Это приводит не только к смачиванию пищи, но и обволакиванию пищевого комка, что способствует более легкому проглатыванию.

Цель работы: определение вязкости слюны.

Материалы и оборудование: слюна, дистиллированная вода, спирт, вата, вискозиметр.

Ход работы. Кончик капилляра вискозиметра, снабженного краником, погрузить в сосуд с дистиллированной водой. Открыть краник и через мундштук засосать воды в капилляр до нулевой отметки. Закрыть краник. Второй капилляр вискозиметра погрузить в слюну и набрать ее также до нулевой риски. Вискозиметр положить на горизонтально на стол, открыть краник и, создавая разряжение через мундштук, добиться перемещения воды в первом капилляре до отметки «10» на его градуировке. При этом столбик слюны во втором капилляре переместится на значительно меньшее расстояние, которое следует зафиксировать. Расстояние, на которое переместилась вода (10), разделить на число делений, со-

ответствующих перемещению столбика слюны. Частное от деления и есть показатель вязкости исследуемой жидкости.

Рекомендации к оформлению работы. В протоколе описать методику работы, зафиксировать результаты нескольких исследований, обобщить.

Работа 68 Выявление оптимальных условий действия амилазы слюны

В слюне содержатся амилолитические ферменты – амилаза и мальтаза. Оптимум действия амилазы и мальтазы находится в пределах нейтральной реакции среды при нормальной температуре тела (при 37 °С).

Цель работы: изучить условия действия ферментов слюны и убедиться в том, что переваривание углеводов слюной – процесс ферментативный.

Материалы и оборудование: термостат или водяная баня с температурой 37 – 38 ºС, спиртовка, штатив с пробирками, мерные пипетки, слюна человека, 1 %-ный раствор вареного крахмала, 1 %-ный раствор сырого крахмала, раствор йода или раствор Люголя, реактив Фелинга, 0,5 %-ный раствор HCI, лакмусовая бумага, стеклограф, лед или холодильник.

Ход работы. Собирают слюну, выпуская ее через воронку в пробирку. Для постановки опыта необходимо около 10 мл слюны. Нумеруют пробирки, ставят их в штатив и в каждую пробирку отмеривают по 1 мл слюны. Затем в 1-ю пробирку добавляют 3 мл 1 %-ного раствора вареного крахмала; 2-ю пробирку нагревают на спиртовке до кипения, охлаждают и добавляют 3 мл 1 %-ного раствора вареного крахмала; в 3-ю пробирку добавляют 0,5 %-ный раствор HCI до появления стойкого окрашивания лакмусовой бумаги и 3 мл 1 %-ного раствора. вареного крахмала; в 4-ю пробирку добавляют 3 мл 1 %-ного раствора сырого крахмала ; в 5-ю пробирку добавляют 3 мл 1 %-ного раствора вареного крахмала. Первые четыре пробирки помещают на 30 мин а термостат или водяную баню при температуре 37 – 38 °С, 5-ю пробирку ставят в холодильник или в сосуд со льдом. Через 30 мин содержимое всех пробирок делят на две части (для чего нумеруют еще пять пробирок) и исследуют на наличие крахмала и сахаров. Содержимое пробирок, в которых присутствует крахмал, при добавлении 1 – 2 капель раствора Люголя приобретает синий цвет. При добавлении к содержимому пробирок реактива Фелинга и нагреванни их до кипения определяют наличие простых сахаров, т.е. продуктов расщепления крахмала ферментами слюны. При наличии простых сахаров содержимое пробирки окрашивается в буро-красный цвет.

Рекомендации к оформлению работы. После занесения в протокол методики работы составьте таблицу и внесите в нее результаты эксперимента. Под таблицей результатов дайте обсуждение их и выводы.

Таблица 10 Результаты опытов

№ пробирок	Содержимое пробирок	Наличие фермента	tºС	pH	Цвет содержимого		Заключение
					Проба Люголя	Проба Фелинга	
1	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала						
2	1 мл прокипяченной слюны + 3 мл вареного крахмала						
3	1 мл слюны + 0,5 %-ный раствор HCI + 3 мл вареного крахмала						
4	1 мл слюны + 3 мл сырого крахмала						

5	1 мл слюны + 3 мл вареного крахмала						

Контрольные вопросы

1. Какую роль играет слюна в процессе пищеварения?
2. Чем отличается слюна, выделяемая различными слюнными железами?
3. Какие условия необходимы для действия ферментов слюны?
4. Какова регуляция слюноотделения?

Занятие 22

Работа 69 Определение кислотности желудочного сока

За сутки у человека выделяется 2 – 2,5 л желудочного сока. Важным компонентом его является соляная кислота, вырабатываемая париетальными (обкладочными) клетками желудочных желез. Высокая кислотность желудочного содержимого необходима для многих процессов, протекающих не только в полости желудка, но и каудальнее в пищеварительном канале.

В желудочном соке различают свободную соляную кислоту, связанную и общую. Пробой на лакмус можно убедиться в кислой реакции желудочного сока (синий лакмус краснеет в кислой среде). Пробой на конго определяют наличие свободной соляной кислоты. Но в клинике требуется знать конкретное содержание кислоты в соке.

Простейший метод получения показателей кислотности – это титрование определенного объема сока 0,02 н раствором NaOH при соответствующих индикаторах. Кислотность выражается в условных единицах, а именно, *в мл щелочи, пошедшей на нейтрализацию кислоты в 100 мл цельного сока*. В этих единицах нормальные показатели кислотности такие:

Общая кислотность – 40 – 60

Свободная кислота – 20 – 0

Связанная кислота – 10 – 20

Материалы и оборудование: желудочный сок, 0,02 н NaOH, синие лакмусовые бумажки, индикаторы (фенолфталеин и диметиламидоазобензол), колбочки на 50 мл, пипетки градуированные, бюретки

Ход работы. Для определения кислотности желудочного сока набирают в колбу 0,5 мл желудочного сока и титруют его из бюретки 0,02 н раствором NaOH в присутствии индикаторов – фенолфталеина и .диметиламидоазобензола (1 – 2 капли 1 % спиртового раствора). Появление соломенно-желтого цвета взамен наблюдавшегося при введении индикаторов, указывает на наличие в желудочном соке ***свободной соляной кислоты*** (отмечают количество щелочи, пошедшей на титрование). При дальнейшем осторожном приливании щелочи по каплям соломенно-желтая окраска переходит в красную. Количество израсходованной щелочи характеризует ***общую кислотность*** желудочного сока. ***Связанная*** кислота определяется по разности общей кислотности и свободной кислоты.

Рекомендации к оформлению работы. Полученные результаты титрования записать в протоколе, сравнить с физиологической нормой, сделать вывод.

Работа 70 Выявление оптимальных условий действия пепсинов

За сутки у человека выделяется 2 – 2,5 л желудочного сока. Основными компонентами желудочного сока являются: соляная кислота, необходимая для создания оптимального значения pH среды, и протеолитические ферменты (пепсины, гастриксин, реннин). Не менее 95 % протеолитической активности желудочного сока обеспечивается пепсинами и гастриксином. Кроме этого, в желудочном соке имеется липаза, расщепляющая жиры.

Цель работы: изучить условия действия ферментов желудочного сока.

Материалы и оборудование: водяная баня или термостат, спиртовка, штатив с пробирками, пинцет, натуральный желудочный сок, фибрин или мышцы лягушки (лучше вареные), 0,5 % раствор HCl, 0,5 % раствор $NaHCO_3$, стеклограф, лакмусовая бумага.

Ход работы. Нумеруют 4 пробирки и наливают:

в 1-ю пробирку – 2 мл желудочного сока;

во 2-ю – 2 мл желудочного сока и кипятят ее на спиртовке;

в 3-ю – 2 мл желудочного сока и добавляют раствор соды до получения слабощелочной реакции (до синеватого окрашивания красной лакмусовой бумаги);

в 4-ю – 2мл 0,5 % раствора HCI.

в 5-ю – 2 мл желудочного сока.

Во все пробирки кладут одинаковое количество фибрина (0,1 – 0,3 г) и помещают № 1 – 4 на 30 – 40 мин в водяную баню или термостат при температуре 38 °С, а № 5 – в стакан со льдом.

После инкубации пробирки извлеките из термостата и со льда и определите, как изменились кусочки фибрина во всех пробирках

Рекомендации к оформлению работы. После оформления методической части результаты опыта занесите в таблицу, проанализируйте их и сделайте выводы.

Таблица 11 Результаты опытов

№ пробирок	Содержимое пробирок	Наличие фермента	t ºС	pH	Физические изменения с белком	Заключение
1	2 мл желудочного сока + белок					
2	2 мл прокипяченого желудочного сока + белок					
3	2 мл нейтрализованного желудочного сока + белок					
4	2 мл 0,5 % раствора HCI + белок					
5	2 мл желудочного сока + белок					

Контрольные вопросы

1. Вспомните строение желудочных желез.
2. Каково значение соляной кислоты в процессе пищеварения?
3. Какова норма общей, свободной и связанной кислотности желудочного сока?
4. Какие ферменты содержатся в желудочном соке и каково их действие?
5. Каковы оптимальные условия действия пепсинов?

Тема 11. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция

Занятие 23

Тест «Пищеварение» (10 минут)

Работа 71 Составление пищевого рациона и расчет энергетического баланса организма

Цель: научиться составлять суточный пищевой рацион с учетом основных критериев рационального питания.

Оборудование: калькулятор, таблица хим. Состава и энергетической ценности пищевых продуктов.

Теоретическая часть:

Общий обмен – фактические энерготраты, совершаемые человеком за единицу времени.

Основной обмен- обмен веществ в стандартных условиях.

Пищевой рацион должен включать:

1. Необходимые питательные вещества, обеспечивающие строительные, энергетические, обменные процессы организма.

2. Правильное распределение пищи в течение дня. Принимать пищу рекомендуется через каждые 3-4 часа, при этом завтрак должен составлять 25% суточного рациона, обед 45%, ланч или полдник 10%, ужин 15%.

3. В первую половину дня основу рациона должны составлять блюда и продукты, богатые белками, а во второй половине дня- молочные и овощные. При этом в сутки необходимо получать 100-110г белков, 60-80г жиров, 400-500г углеводов.

4. Энергозатраты соответствовать энергоемкости потребляемой пищи. 1 г белка или углевода при распаде дает 4,1 ккал (17,18 кДж), 1 г жиров - 9,3 ккал (38,9 кДж). (1 кал - 4 Дж)

Ход работы:

1. ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ОРГАНИЗМА.

Заполните таблицу для своего организма на один день.

2. ЭНЕРГОЗАТРАТЫ ОРГАНИЗМА,

Определите энергетические потребности организма в течение дня.

Сравните суммы потребляемых и расходуемых калорий. Соответствуют ли Ваши энергопотребления Вашим энергозатратам? Что бы Вы хотели изменить в своем рацион? Как эти изменения будут способствовать поддержанию ЗОЖ?

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА.

1. Рассчитайте норму белков (Nб) на сутки для вашего организма. Для детей от 3-15 лет она составляет 2,5 г на 1 кг веса.

Мой вес (М) _____*кг, Nб =2,5г*М=*_____*г*

2. Рассчитайте норму белков (Nу, Nж) на сутки, если жиров организму необходимо столько-же, сколько белков, углеводов в 4 раза больше.

*Nж= Nб=*_____*г Nу= Nб*4=*_____*г*

3. Рассчитайте энергетическую ценность требуемых оргизму веществ.

Белки Qб=Nб*4.1=_____ккал

Жиры Qж=Nж*9.3=_____ккал

Углеводы Qу=Nу*4.1=_____ккал

Общее число ккал необходимое моему организму составляет:

*Сумма Q=Qб+Qж+Qу=*_____*ккал*

4. Определите средние величины энергозатрат за день: рассчитайте среднюю необходимую вашему организму величину энергетических трат в течение дня:

Сумма ОО= (Сумма Q+Сумма д)/2=_____ккал

Занятие 24

Работа 72 Измерение температуры тела

Цель работы: измерить температуру тела

Температура тела человека постоянно поддерживается на определённом уровне, и её изменение часто является важным показателем состояния здоровья человека. Измерение температуры тела человека производят в различных точках. Обычно её измеряют ртутным медицинским термометром в подмышечной впадине, ротовой полости и ректально. Показания термометра в определённых пределах зависят от времени измерения температуры.

Оборудование: ртутные медицинские термометры, антисептические растворы для дезъинфекции медицинских термометров, секундомер. Объект исследования – человек.

Проведение работы: Медицинский термометр стряхивают и помещают в подмышечную впадину на 30с. Записывают показания и стряхивают снова. Продолжают регистрацию температуры таким же образом через 1; 1,5; 2; 2,5; мин и так до тех пор, пока показания термометра не будут постоянными. Определив необходимое время из-

мерения температуры в подмышечной впадине, дезинфицируют термометр в антисептическом растворе и измеряют температуру в ротовой полости. Для этого конец термометра, заполненный ртутью, помещают под язык и закрывают рот. После этого несколько раз (3 – 4 раза) прополаскивают рот холодной водой и повторяют измерение температуры в ротовой полости.

Оформление протокола. По результатам исследования постройте график показаний ртутного термометра в зависимости от времени измерения.

Работа 73 Исследование потоотделения у человека

Ход работы*:* Исследуют потоотделение человека при температуре помещения в течение 15-30 мин. Для этого определяют массу тела и после высыхания спиртового раствора йода, которым смазывают различные участки тела, на них фиксируют кусочки хлобчатобумажной ткани, пропитанные раствором крахмала. Через 15-30 мин вновь определяют массу тела и судят об интенсивности потоотделению по изменению окраски кусочков ткани. Затем испытуемого помещают в термокамеру и обследуют.

Тема 12. Физиология выделения

Занятие 25

Тест «Обмен веществ и энергии. Терморегуляция»

Работа 74. Изучение функционального значения почек. Решение задач

Почки, легкие, желудочно-кишечный тракт и кожа относятся к органным системам выполняющим выделительную функцию, заключающуюся в выведении из организма конечных продуктов обмена, чужеродных веществ и избытка питательных веществ. Главным выделительным органом являются почки.

Строение почки

Структурно-функциональная единица почки – нефрон, состоит из сосудистого клубочка (50-100 капилляров) с двустенной капсулой, проксимальных и дистальных извитых канальцев, восходящего и нисходящего отделов петли Генле, собирательной трубочки. Различают кортикальные нефроны: суперфициальные нефроны (имеют поверхностно расположенные в коре клубочки, наиболее короткую петлю Генле) и более многочисленные интракортикальные нефроны, выполняющие основную роль в процессах ультрафильтрации реабсорбции и секреции мочи. Юкстамедуллярные (около 15%) – имеют длинную петлю Генле, которая глубоко проникает в мозговое вещество почки.

Основная функция- концентрирование и разведение мочи. Основные функции нефрона: клубочковая фильтрация, канальцевая реабсорбция, канальцевая секреция и синтез биологически активных веществ.

Особенности кровообращения в почках

Приносящая в клубочек кровь артериола по диаметру шире, чем выносящая артериола. Широкий просвет приносящей артериолы, которая распадается на клубочковые капилляры (первичная капиллярная сеть), позволяет поддерживать в капиллярах клубочка высокое давление крови. Это делает возможным поддерживать на высоком уроне процесс фильтрации. Выносящая артериола распадается на капилляры, расположенные вокруг канальцев (вторичная капиллярная сеть), давление в капиллярах низкое, это позволяет участвовать в процессе реабсорбции. От выносящих артериол отходят прямые сосуды, которые расположены параллельно восходящему и нисходящему отделам петли Генле. Прямые сосуды обеспечивают концентрирование и разведение мочи. Для кровообращения в почках характерно: – высокий уровень кровотока – 1200 мл/мин. – ауторегуляция почечного кровотока в диапазоне 80-180 мм рт ст. – высокий уровень потребляемого кислорода. Миогенная регуляция осуществляется за счет сокращения или расслабления ГМК, что приводит к вазоконстрикции или вазодилатации кровеносного сосуда, соответственно (эффект Остроумова-Бейлиса).

Фильтрация

Клубочковая фильтрация – переход веществ (пассивный процесс) из плазмы крови

капилляров клубочка в полость капсулы через фильтрационный барьер, который включает в себя три слоя: эндотелий капилляров, подоциты боуменовой капсулы, базальная мембрана. Через почечный фильтр не проходят: крупномолекулярные белки, форменные элементы. Клубочковая фильтрация зависит от эффективного фильтрационного давления и от площади фильтрующей поверхности. Движущей силой процесса фильтрации служит давление крови в капиллярах клубочка (48 мм рт. ст.). Однако его эффективность снижена из-за противостоящего ему онкотического давления, 80 равного 20 мм рт. ст., и гидростатического давления в боуменовой капсуле, равного 13 мм рт. ст. Отсюда можно вычислить эффективное фильтрационное давление: эффективное фильтрационное давление = 48 – 20 – 13 = 15 мм рт. ст. В сутки образуется 150 – 180 л первичной мочи, безбелковой жидкости, похожей на плазму.

Реабсорбция

Канальцевая реабсорбция – возврат веществ из просвета канальцев в интерстиций, а затем в кровеносное русло. Реабсорбируются вода, электролиты, аминокислоты, глюкоза, мочевина. Все вещества в основном реабсорбируются в проксимальных извитых канальцах. В дистальных извитых канальцах происходит реабсорбция воды и ионов. Реабсорбция осуществляется при помощи пассивного транспорта (диффузия, осмос), первично-активного (Na-K-насос, H–K-насос, Ca-насос) и вторичноактивного транспорта (сопряженный с Na транспорт аминокислот, глюкозы). Облигатная реабсорбция воды характерна для проксимального канальца, стенка которого проницаема для воды благодаря наличию в апикальной мембране эпителиальной клетки аквапоринов 1-го типа. Факультативная реабсорбция воды характерна для дистального отдела нефрона и собирательной трубочки, эпителий которых проницаем для воды в присутствии АДГ (вазопрессина). Секреция АДГ зависит от потребности организма в сохранении объема жидкости и поддержания осмотического давления.

Секреция

Канальцевая секреция реализуется благодаря основным двум процессам: переход веществ из крови через канальцы в конечную мочу (выведение из организма токсинов или шлаков), выделение синтезированных в клетках почки веществ (например, ренина, простагландинов, эритропоэтина, брадикинина) в интерстиций и кровь. Процессы секреции в основном происходят за счет первичного активного транспорта.

Механизм концентрирования первичной мочи

Разведение и концентрирование первичной мочи осуществляется в петле Генле путем работы поворотно-противоточного механизма, приводящего к разбавлению мочи в восходящем отделе (активный транспорт натрия) и концентрированию ее в нисходящем отделе (пассивный транспорт воды). В этом процессе участвуют восходящие и нисходящие прямые сосуды мозгового вещества. Они также являются частью множительной поворотно-противоточной системы, благодаря неодинаковой проницаемости их стенок для воды и осмотически активных веществ (ионов Na, K , мочевины).

Экскреция

По мочевыделительной системе конечная моча попадает в мочевой пузырь. Позыв к мочеиспусканию возникает при наполнении мочевого пузыря более 300 мл, что объясняется раздражением механорецепторов и проведением афферентных сигналов в крестцовый отдел спинного мозга, а оттуда поступлением сигналов в ствол мозга, гипоталамус и кору больших полушарий. Эфферентные импульсы из коры больших полушарий направляются к центрам произвольного мочеиспускания (кора головного мозга, гипоталамус, продолговатый мозг) и непроизвольного мочеиспускания (спинной мозг). Мочеиспускание у взрослого человека происходит произвольно. Объем конечной мочи равен 1,0–1,5 л в сутки. С мочой экскретируются мочевина, мочевая кислота, аммиак, креатинин, аминокислоты, электролиты, продукты распада билирубина, производные гормонов коры надпочечников, АДГ, эстрогены, катехоламины, витамины. В патологических случаях в моче появляются глюкоза, белки, форменные элементы.

Невыделительные функции почки

Эндокринная функция: синтез клетками юкстагломерулярного аппарата ренина, главного компонента ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, продукции эритропоэтина или его предшественника, участие в активации витамина Д3, синтез аммиака, простагландинов, брадикининов, гиппуровой кислоты.

Регуляция объема крови, постоянства осмотического давления и ионного состава плазмы, кислотно-щелочного равновесия.

Почки принимают участие в образовании глюкозы из аминокислот при участии глюкокортикоидов – глюконеогенез.

Решение задач

При заболеваниях почек, сопровождающихся повышением проницаемости почечного фильтра, развиваются отеки. Отеки могут наблюдаться также при длительном голодании. Вопросы: 1. Какие силы обеспечивают обмен жидкости между кровью и тканями в микроциркуляторном русле? 2. Какие вещества проходят и не проходят через почечный фильтр в норме? 3. Каковы механизмы развития отеков при голодании и повышении проницаемости почечного фильтра?

Занятие 26

Тест «Физиология выделения» (10 минут)

Темы докладов

1. Водно-солевой обмен в организме человека.
2. Клинико-физиологические исследования почек. Анализ мочи.
3. Регуляция баланса кальция и фосфатов в крови.
4. Регуляция процессов мочеобразования.
5. Искусственная почка.

Литература к лабораторным занятиям

1. Агаджанян Н. А., Коробков А. П. Практикум по нормальной физиологии: уч. пособие для студ. мед. вузов. – М.: Высшая школа, 1983. – 328 с.
2. Батуев А. С., Никитина И. П. Малый практикум по физиологии человека и животных: уч. пособие для студ. университетов. – М.: Высшая школа, 1967. – 296 с.
3. Большой практикум по физиологии человека и животных в 2-х томах: учеб. пособие для студ. вузов/ ред. А.Д. Ноздрачев. – М.: Академия.- (Высшее профессиональное образование). – т 1 Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем – 2007. – 598 с. т 2 Физиология всцеральных систем. – 2007. – 540 с.
4. Гуминский А. А. и др. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии: уч. пособие для ст-тов биол. спец. пед. институтов. – М.: Просвещение, 1990. – 240 с.
5. Кабанов А. М. и др. Руководство к лабораторным занятиям по физиологии человека и животных: уч. пособие для ст-тов пед. спец. ин-тов. – М.: Просвещение, 1966. – 196 с.
6. Куланда К. И. Практикум по физиологии: уч. пособие для ст-тов мединст-тов. М., Медицина, 1970. – 366 с.
7. Мозг / перевод с английского Н.Ю. Алексеенко, под ред. П.В. Симонова. – М.: 1982. – 278 с.
8. Большой практикум по физиологии: учебное пособие /под ред. А.Г. Камкина/ – М.: ИЦ «Академия», 2007 г.

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компе-тенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ОПК-8		Низкий	Студент отвечает неправильно, нечетко

	Собеседование	(неудовлетворительно)	и неубедительно, дает неверные формулировки, в ответе отсутствует какое-либо представление о вопросе
		Пороговый (удовлетворительно)	Студент отвечает неконкретно, слабо аргументировано и не убедительно, хотя и имеется какое-то представление о вопросе
		Базовый (хорошо)	Студент отвечает в целом правильно, но недостаточно полно, четко и убедительно
		Высокий (отлично)	Ставится, если продемонстрированы знание вопроса и самостоятельность мышления, ответ соответствует требованиям правильности, полноты и аргументированности.
ОПК-8	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий (отлично)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
ПК-2 ОПК-8	Доклад, сообщение	Низкий (неудовлетворительно)	Доклад студенту не зачитывается если: • Студент не усвоил значительной части проблемы; • Допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; • Испытывает трудности в практическом применении знаний; • Не может аргументировать научные положения; • Не формулирует выводов и обобщений; • Не владеет понятийным аппаратом.
		Пороговый (удовлетворительно)	Задание выполнено более чем на половину. Студент обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но: • Тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы; • Допускает несущественные ошибки и неточности; • Испытывает затруднения в практическом применении полученных знаний; • Слабо аргументирует научные положения;

			• Затрудняется в формулировании выводов и обобщений; • Частично владеет системой понятий.
		Базовый (хорошо)	Задание в основном выполнено: • Студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; • Не допускает существенных неточностей; • Увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; • Аргументирует научные положения; • Делает выводы и обобщения; • Владеет системой основных понятий.
		Высокий (отлично)	Задание выполнено в максимальном объеме. • Студент глубоко и всесторонне усвоил проблему; • Уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; • Опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью; • Умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; • Делает выводы и обобщения; • Свободно владеет понятиями.

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине являются зачёт и экзамен.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяются следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на зачете

Оценка «**зачтено**» выставляется студенту, если вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок, показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков. Допускаются незначительные ошибки.

Оценка «**не зачтено**» выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Экзамен служит формой контроля успешного выполнения обучающимися всей программы учебной дисциплины. Форму экзамена выбирает преподаватель. Экзамен может проводиться в письменной или устной форме, но чаще всего проводится в форме собеседования по билетам.

Оценка «**отлично**» ставится, если:

1) полно раскрыто содержание материала билета;

2) материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;

3) показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;

4) продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;

5) ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;

6) допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «**хорошо**» ставится, если ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков:

1) в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;

2) допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;

3) допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «**удовлетворительно**» ставится, если:

1) неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;

2) имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;

3) при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «**неудовлетворительно**» ставится, если:

1) не раскрыто основное содержание учебного материала;

2) обнаружено незнание или непонимание большей части или наиболее важной части учебного материала;

3) допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4) не сформированы компетенции, умения и навыки.

Вопросы к зачету

Физиология возбудимых образований

1. Понятие о раздражимости, возбудимости, возбуждении, торможении, возбудимых и невозбудимых тканях, специфических и неспецифических проявлениях возбуждения, раздражении и раздражителях – адекватных и неадекватных. Классификация раздражителей по характеру и силе.
2. Закон силы. Значение длительности раздражения. Кривая силы- длительности. Реобаза, «полезное» время действия раздражителя, хронаксия.
3. Зависимость ответной реакции от градиента (закон Дюбуа-Реймона) и объяснение его явлением аккомодации. Механизм аккомодации, его значение.
4. Влияние постоянного тока на возбудимые образования
5. Мембранный потенциал покоя, его величина, генезис с точки зрения общепринятой мембранно-ионной теории, значение избирательной проницаемости мембраны

клеток в формировании мембранного потенциала покоя, роль активных механизмов в его поддержании. Значение МПП как фактора, обусловливающего возбудимость.

6. Потенциалы действия. Способы регистрации, величина, механизм генерации. Понятия порогового потенциала, критического уровня деполяризации, пика потенциала действия, следовых потенциалов. Значение потенциалов действия как универсального способа кодирования и передачи информации в организме животных и человека.

7. Волна возбуждения как совокупность изменений электрического состояния мембраны, ее анализ. Изменение возбудимости, сопровождающие разные фазы волны возбуждения: абсолютная и относительная рефрактерность, экзальтация, субнормальность, факторы, обусловливающие изменение возбудимости. Значение анализа одиночной волны возбуждения для понимания закономерностей ритмического возбуждения.

8. Местное и распространяющееся возбуждение. Характеристика местного и распространяющегося возбуждения. Механизм проведения возбуждения. Фактор надежности проведения. Особенности возникновения распространяющегося возбуждения в одиночном волокне: правило «все или нечего».

9. Парабиоз по Н. Е. Введенскому, его стадии, значение для понимания механизма вторичного торможения.

Физиология нервной системы.

1. Значение нервной системы, ее развитие Основные структуры нервной ткани и их функциональное значение. Структурные особенности нейрона, значение его отдельных частей. Классификация нейронов. Нейроглия и ее функциональное значение.

2. Структура и функции нервных волокон. Безмиелиновые и миелиновые волокна. Особенности проведения возбуждения в них. Классификация нервных волокон по скорости проведения возбуждения, возбудимости и лабильности. Изолированное и двустороннее проведение возбуждения. Практическая неутомляемость нервных волокон.

3. Синапсы. Строение синапса. Электротонические и медиаторные синапсы, механизм проведения возбуждения в них. Вещества, выполняющие роль медиаторов. Значение белков-рецепторов постсинаптической мембраны. Возбуждающие и тормозные синапсы. Механизм генерации ВПСП и ТПСП. Различные виды синапсов.

4. Проведение возбуждения через центральные синапсы и связанные с этим свойства ЦНС: одностороннее проведение возбуждения, суммация (последовательная и пространственная), явление последействия, трансформация ритма, утомляемость. Значение медиаторных синапсов как аппарата регуляции нервной системы.

5. Рефлекс как основной акт нервной деятельности. Рефлекторный принцип работы нервной системы и его реализация путем осуществления рефлексов. Определение рефлекса. Общая схема рефлекторной дуги. Моно- и полисинаптические рефлекторные дуги. Понятие о рефлекторном кольце. Современные представления о нервных центрах и их свойствах. Классификация рефлексов.

6. Торможение в центральной нервной системе. Определение торможения. Открытие торможения в ЦНС И. М. Сеченовым. Различные виды торможения: вторичное и первичное, де- и гиперполяризационное, пре- и постсинаптическое. Механизм их возникновения и значение.

7. Координация функций организма. Роль обратной афферентации в координации функций. Взаимодействие процессов возбуждения и торможения в ЦНС, иррадиация и индукция. Реципрокность как частный случай индукции, ее механизм и значение для объяснения координированной работы центров, иннервирующих мышцы-антагонисты. Принципы доминанты по А. А. Ухтомскому и его значение.

8. Спинной мозг. Особенности структурной организации. Проводниковая и рефлекторная функции, их значение.

9. Структурная организация и функции продолговатого мозга и моста. Функции среднего мозга.

10. Ретикулярная формация: история изучения, цитоархитектоника и связи, облегчающие и тормозные влияния, значение ретикулярной формации в обеспечении адаптации возбудимости нейронов ЦНС при различных состояниях организма и различных условиях внешней среды.

11. Нейронная организация, связи и функции мозжечка, последствия его удаления.

12. Промежуточный мозг. Функции таламуса: неспецифические, специфические и ассоциативные ядра. Функции надбугорья и гипоталамуса.

13. Подкорковые ядра переднего мозга (базальные ганглии).

14. Лимбическая система мозга: ее структурная организация и роль в формировании различных эмоциональных состояний и мотивационных реакций.

15. Вегетативная нервная система, ее структурные и функциональные особенности. Симпатический и парасимпатический отделы. Адаптационно-трофическая роль симпатической нервной системы по Л. А. Орбели.

16. Кора больших полушарий. Древняя, старая и новая кора, цитоархитектоника, функциональное значение основных типов корковых нейронов. Современные представления о локализации функций в коре: сенсорные (первичные и вторичные), моторные и ассоциативные зоны. Понятие о функциональной специализации левого и правого полушарий головного мозга.

17. Методы изучения функций коры головного мозга. Фоновая электрическая активность коры, основные ритмы, вызванные потенциалы. Первичный и вторичный ответ, их анализ, значение.

18. Современные представления о механизмах сна и бодрствования, их смене. Виды сна: медленный и быстрый, их значение. Сновидения, механизм сновидений. Основные уровни бодрствования, механизмы их обеспечения.

Высшая нервная деятельность и анализаторы.

1. Характеристика безусловных рефлексов, как базы для выработки условных и механизм их образования. Характеристика условных рефлексов, их качественные преимущества в приспособительной эволюции животного мира.

2. Условия, необходимые для образования условных рефлексов. Механизм образования условных рефлексов. Образование временных связей по И. П. Павлову. Современные представления о механизмах начальных этапов образования условных рефлексов и предполагаемые механизмы долговременного их сохранения. Системная организация условнорефлекторной деятельности.

3. Торможение условных рефлексов. Безусловное внешнее и запредельное торможение, их механизм и значение. Различные случаи условного торможения: угасание, дифференцировка, запаздывание и др., их значение.

4. Анализ и синтез раздражений. Врожденная и приобретенная способность мозга к аналитической деятельности. Процесс образования дифференцировок. Врожденный и условнорефлекторный синтез в коре. Образование условных рефлексов различных порядков, образование условных рефлексов на комплекс раздражителей, динамические стереотипы, их роль в поведенческих реакциях организма, значение.

5. Свойства нервных процессов, определяющих индивидуальные особенности поведения. Характеристика основных типов высшей нервной деятельности, общих для человека и высших животных. Значение наследственных факторов и условий жизни и воспитания в формировании типологических особенностей высшей нервной деятельности.

6. Качественные особенности высшей нервной деятельности человека. Усложнение сигнальных реакций в процессе эволюции животного мира. Появление второй сигнальной системы, связанной с восприятием информации в отвлеченной и обобщенной форме, ее значение в формировании у человека высшего абстрактного мышления и выделении из окружающего животного мира. Частные типы высшей нервной деятельности человека.

7. Понятие об анализаторах, их значение. Общие закономерности функций ана-

лизаторов. Классификация рецепторов, механизм их возбуждения, рецепторный и генераторный потенциалы. Специализация рецепторов, пороги раздражения и различения. Периферический и центральный анализ раздражений. Адаптация к непрерывно длящемуся раздражению, механизмы адаптации.

8. Зрительный анализатор. Светопреломляющие среды, аккомодация ее механизм. Нарушения рефракции: близорукость, дальнозоркость, астигматизм. Острота зрения. Бинокулярное зрение.

9. Строение сетчатки. Фоторецепторы, их микроструктура. Механизмы фоторецепции. Различия функции палочек и колбочек, цветовое зрение. Проводящие пути и корковый отдел зрительного анализатора.

10. Слуховой анализатор. Значение слухового анализатора. Периферический отдел слухового анализатора. Функции звукопроводящего аппарата. Внутреннее ухо, строение улитки, микроструктура органа Корти. Механизм восприятия звуков различной высоты и громкости. Проводящие пути и корковый отдел слухового анализатора. Пространственная локализация звука.

11. Обонятельный анализатор. Значение анализа и синтеза обонятельных раздражений. Периферический отдел, проводящие пути и корковый отдел обонятельного анализатора. Современные гипотезы восприятия обонятельных раздражений.

12. Вкусовой анализатор. Периферический отдел, проводящие пути и корковый отдел вкусового анализатора. Значение анализа и синтеза вкусовых раздражений. Факторы, определяющие чувствительность вкусового анализатора.

13. Кожный анализатор. Классификация и структура рецепторов кожи. Значение различных видов кожных рецепторов, механизм их возбуждения. Проводящие пути и корковый отдел кожного анализатора.

14. Вестибулярный анализатор. Строение, механизм функционирования и значение вестибулярного анализатора. Проводящие пути и корковый отдел.

15. Двигательный анализатор. Рецепторный аппарат мышц и сухожилий. Строение мышечного веретена. Особенности иннервации интрафузальных волокон. Проводниковый и корковый отделы двигательного анализатора и его значение в организации двигательного акта.

Физиология двигательного аппарата.

1. Ультраструктурная организация скелетных мышц. Сократительные белки. Биохимия, энергетика и механизм мышечного сокращения и расслабления. Теплообразование в мышцах и его значение.

2. Нервно-мышечные синапсы, распространение возбуждения по сарколемме. Роль саркоплазматического ретикулума и ионов кальция в сопряжении возбуждения и сокращения мышцы. Понятие о двигательной единице, виды ДЕ, их морфофункциональные особенности.

3. Характеристика сократительной функции мышц. Одиночное сокращение мышцы, его анализ. Величина и скорость сокращения. Тетанус, его виды, механизм. Тонус мышц, его значение, механизм саморегуляции.

4. Сила мышц. Режимы сокращений. Статическая и динамическая работа мышц. Утомление. Правило средних нагрузок и активного отдыха И. М. Сеченова.

5. Гладкие мышцы. Структурные и функциональные особенности гладких мышц. Нервные и гуморальные влияния на тонус гладкой мускулатуры.

Вопросы к экзамену

Физиология системы крови

1. Понятие системы крови. Значение крови. Усложнение состава и свойств крови в процессе эволюции.

2. Состав плазмы крови. Осмотическое давление, его значение, поддержание постоянства. РН крови, его значение, поддержание постоянства.

3. Эритроциты. Гемоглобин, его количество, свойства, соединения.
4. Лейкоциты, их виды и значение. Современные представления об иммунитете.
5. Тромбоциты. Количество, строение и функции тромбоцитов.
6. Свертывающая и антисвертывающая системы крови.
7. Группы крови. Резус-фактор. Правила переливание крови
8. Иммунные реакции организма. Т- и В-лимфоциты, их кооперация в иммунной реакции. Иммуноглобулины, их типы, структура.
9. Образование и разрушение клеток крови в организме взрослого человека. Регуляция кроветворения.

Физиология сердечно-сосудистой системы

1. Общая схема крово- и лимфообращения. Значение кровообращения. Эволюция системы органов кровообращения.
2. Морфофункциональные особенности атипической ткани сердца. Автоматия. ее механизм. Электрокардиография.
3. Структурные и функциональные особенности основной ткани сердечной мышцы. Анализ сердечного цикла. Тоны сердца.
4. Мембранный потенциал и потенциал действия рабочего миокарда. Изменения возбудимости во время сердечного цикла. Значение длительности рефрактерного периода.
5. Проведение возбуждения по основной и атипической тканям сердца. Предсердная и желудочковая экстрасистолия. Компенсаторная пауза, причины ее появления.
6. Систолический и минутный объемы крови. Работа сердца и влияние на нее гемодинамических условий. Резервные силы сердца.
7. Иннервация сердца и регуляция его деятельности.
8. Объемная и линейная скорость движения крови по сосудам. Непрерывность тока крови. Пульсовая волна. Особенности движения крови по капиллярам и венам.
9. Кровяное давление, его значение. Распределение кровяного давления в сосудистом русле. Изменение величины кровяного давления при различных состояниях организма. Регуляция кровяного давления.
10. Нервно-гуморальная регуляция тонуса сосудов.
11. Реакция сердечно-сосудистой системы на изменение окружающей температуры, физическую и умственную работу, положение тела, ускорение.
12. Лимфообразование и лимфообращение.

Физиология дыхания

1. Механизм вдоха и выдоха. Жизненная емкость легких и ее слагаемые.
2. Газообмен в легких и тканях. Перенос CO_2 и O_2 кровью.
3. Регуляция дыхания.
4. Особенности дыхания при различных условиях: при мышечной работе, в условиях повышенного и пониженного атмосферного давления.

Физиология пищеварения

1. Значение пищеварения. Секреторный процесс. Внеклеточное и внутриклеточное пищеварение.
2. Методы исследования функций органов пищеварения. Значение трудов И.П. Павлова и его школы в разработке физиологии пищеварения.
3. Состав и свойства слюны. Регуляция деятельности слюнных желез.
4. Состав и свойства желудочного сока. Регуляция деятельности желудочных желез.
5. Состав и свойства поджелудочного сока. Регуляция внешне секреторной деятельности поджелудочной железы.
6. Кишечный сок: состав, свойства, механизм его секреции. Пристеночное пищеварение. Регуляция секреции кишечного сока.
7. Роль печени в пищеварении. Регуляция желчеобразования и жёлчевыделения. Другие функции печени.

8. Всасывательная функция пищеварительного аппарата. Функции печени, связанные с всасыванием.
9. Двигательная функция пищеварительного аппарата.

Физиология эндокринных желез

1. Вилочковая железа. Эпифиз. Внутрисекреторная функция поджелудочной железы.
2. Регуляция функций эндокринных желёз.
3. Функции гипофиза.
4. Эндокринные железы. Методы их изучения. Гормоны, их структура, механизмы действия.
5. Функции щитовидной и паращитовидной желез.
6. Функции надпочечников.

Обмен веществ и энергии

1. Основные этапы обмена веществ в организме. Понятие о межуточном обмене и методах его изучения. Роль ферментов в обмене веществ.
2. Значение витаминов. Водорастворимые витамины.
3. Нормы питания в зависимости от условий жизни и труда. Качественные стороны питания.
4. Водно-минеральный обмен. Значение воды и минеральных веществ в организме. Регуляция водно-минерального обмена.
5. Обмен жиров.
6. Обмен углеводов. Их роль в организме. Механизмы, регулирующие содержание углеводов в крови.
7. Витамины: их открытие, общая характеристика, значение. Жирорастворимые витамины.
8. Методы прямой и непрямой калориметрии. Основной обмен. Факторы, влияющие на основной обмен.
9. Изотермия и ее значение. Регуляция теплообразования и теплоотдачи.
10. Обмен белков: физиологическое значение аминокислот, полноценные и неполноценные белки, азотистый баланс, конечные продукты обмена белков, возрастные особенности белкового обмена.

Физиология выделения

1. Значение процессов выделения. Конечные продукты обмена. Экстраренальные пути выделения. Эволюция органов выделения.
2. Состав и свойства мочи. Процесс мочеобразования.
3. Регуляция мочеобразования и мочевыделения.

6.3 Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций ОПК-8, ПК-2

Тесты содержат следующие типы заданий:

Тип задания	**№ задания**	**Вес задания (балл)**	**Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)**
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	4, 5, 6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный;

			0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установление последовательности	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; 3 б – если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный; 0 б – если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8.3 Демонстрирует специальные научные знания, в том числе в предметной области

Задание 1. Рефлексы, полученные в жизни организма индивидуально, называются:
1. безусловные
2. приобретенные
3. условные
4. гомеостатические

Ответ: 3

Задание 2. Кратковременная перезарядка мембраны называется:
1. мембранный потенциал покоя
2. потенциал действия
3. реверсия
4. парабиоз

Ответ: 2

Задание 3. Скелетная мышца не обладает следующими важнейшими свойствами
1. лизисом
2. сократимостью, проводимостью
3. эластичностью
4. возбудимостью

Ответ: 1

Задание 4. Какие из перечисленных процессов относятся к функциям продолговатого мозга?
1) Регуляция дыхания
2) Координация движений
3) Регуляция сердечной деятельности
4) Зрительное восприятие
5) Проведение возбуждения
6) Слуховое восприятие

Ответ: 1, 3, 5

Задание 5. Какие из перечисленных гормонов вырабатываются гипофизом?
1. *Адренокортикотропный*
2. Инсулин
3. Тиреотропин
4. Адреналин
5. Соматотропин
6. Эстроген

Ответ: 1, 3, 5

Задание 6. Какие из перечисленных рефлексов являются безусловными?
1. Сосательный
2. Мигательный
3. Слюноотделение на вид пищи
4. Чихательный
5. Вождение автомобиля
6. Игра на фортепиано

Ответ: 1, 2, 4

Задание 7. Какие из перечисленных процессов относятся к функциям гипоталамуса?
1. Регуляция голода
2. Регуляция жажды
3. Координация движений
4. Регуляция сна
5. Слуховое восприятие
6. Зрительное восприятие

Ответ: 1, 2, 4

Задание 8. Установите соответствие между отделами головного мозга и их функциями.
Продолговатый мозг : Регуляция дыхания
Мозжечок : Координация движений
Гипоталамус : Регуляция температуры тела
Кора больших полушарий : Анализ сенсорной информации

Задание 9.Установите соответствие между гормоном и железой, его вырабатывающей.
Инсулин : Поджелудочная железа
Тироксин : Щитовидная железа
Кортизол : Надпочечники
Тестостерон : Половые железы

Задание 10. Установите последовательность этапов проведения возбуждения по рефлекторной дуге:
1. Рецептор
2. Афферентный нейрон
3. Вставочный нейрон
4. Эфферентный нейрон
5. Эффектор

Задание 11. Установите последовательность процессов при возникновении и потенциала действия
1. Достижение деполяризующим стимулом критического уровня
2. Быстрое открытие потенциал-зависимых натриевых каналов

3. Массивный вход Na^+ в клетку (фаза деполяризации)
4. Инактивация Na^+-каналов и открытие K^+-каналов (фаза реполяризации)
5. Работа Na^+/K^+-АТФазы для восстановления градиентов

Задание 12. Жидкая часть крови, остающаяся после удаления из нее форменных элементов
Ответ: плазма крови

Задание 13. Процесс распада глюкозы без кислорода
Ответ: гликолиз

Задание 14. Опишите механизм проведения нервного импульса через синапс.
Ответ: При достижении потенциала действия пресинаптической мембраны высвобождается медиатор, который диффундирует через синаптическую щель и связывается с рецепторами постсинаптической мембраны, вызывая её деполяризацию или гиперполяризацию.

Задание 15. Объясните механизм и значение явления рефрактерности в процессе распространения потенциала действия. Почему существование абсолютного рефрактерного периода обеспечивает дискретность и одностороннее проведение нервного импульса?
Ответ: Рефрактерность – это временное снижение или отсутствие возбудимости после генерации потенциала действия (ПД).
Абсолютный рефрактерный период совпадает с пиком ПД и фазой быстрой реполяризации, когда Na+ -каналы инактивированы и не могут открыться ни при каком раздражении.
Относительный рефрактерный период наступает во время фазы следовой гиперполяризации, когда возбудимость восстанавливается, но для генерации нового ПД требуется стимул выше порогового, так как часть Na+ -каналов еще инактивирована, а мембранный потенциал дальше от критического уровня.
Значение: Абсолютный рефрактерный период ограничивает максимальную частоту генерации ПД, обеспечивая дискретность нервных импульсов. Он также делает проведение односторонним, так как участок мембраны, только что генерировавший ПД, становится невозбудимым и не может быть повторно деполяризован распространяющимся импульсом, который вынужден двигаться только вперед, к невозбужденным участкам.

Формируемая компетенция	**Индикаторы сформированности компетенции**
ПК-2. Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования.	ПК-2.1 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов биологии (ботаники, зоологии, микробиологии, генетики, биологии развития, анатомии человека, физиологии растений и животных, общей экологии, теории эволюции) для решения теоретических и практических задач.

Задание 1. Учитель готовит демонстрационный опыт для урока в 8 классе по теме «Дыхание». Какой эксперимент наиболее наглядно покажет механизм вдоха и выдоха?
1. Измерение жизненной емкости легких у учащихся
2. Модель Дондерса - демонстрация работы диафрагмы с помощью стеклянной воронки и резиновой пленки
3. Определение частоты дыхания до и после физической нагрузки
4. Опыт с известковой водой, демонстрирующий состав выдыхаемого воздуха
Ответ: 2

Задание 2. При изучении темы «Пищеварение» учитель планирует лабораторную работу

по определению действия ферментов слюны на крахмал. Какой реактив следует использовать для доказательства расщепления крахмала?
1. Бромтимоловый синий
2. Йодный раствор
3. Лакмус
4. Фенолфталеин

Ответ: 2

Задание 3.
Ученик 9 класса задал вопрос: «Почему при испуге человек бледнеет?» Какое объяснение с точки зрения физиологии будет наиболее корректным?*
1. Увеличивается частота сердечных сокращений
2. Происходит сужение кровеносных сосудов кожи**
3. Повышается артериальное давление
4. Усиливается потоотделение

Ответ: 2

Задание 4.
При подготовке к уроку по теме «Кровообращение» учитель составляет план лабораторной работы "Измерение артериального давления". Какое оборудование и материалы потребуются учащимся для выполнения этой работы? (Выберите 3 варианта)*
1. Тонометр
2. Фонендоскоп
3. Секундомер
4. Микроскоп
5. Химические стаканы
6. Пробирки

Ответ: 1, 2, 3

Задание 5.
При изучении темы «Дыхание» учитель предлагает обсудить физиологический смысл основных показателей. Какие из приведенных пар «понятие – его корректное физиологическое объяснение» являются верными?
1. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) – максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха; показатель резервных возможностей дыхательной системы.
2. Дыхательный объем – объем воздуха, остающийся в легких после максимального выдоха; необходим для предотвращения спадения альвеол.
3. Остаточный объем – объем воздуха, остающийся в легких после максимального выдоха; необходим для предотвращения спадения альвеол.
4. Резервный объем вдоха – объем воздуха, который можно вдохнуть сверх дыхательного объема при спокойном дыхании.
5. Минутный объем дыхания – максимально возможный объем воздуха, проходящий через легкие за минуту.
6. Анатомическое мертвое пространство – объем воздухоносных путей, в которых не происходит газообмен с кровью.

Ответ: 1, 3, 6

Задание 6.
Учитель разбирает с учащимися механизмы нервной регуляции работы органов. Какие из приведенных пар «орган/система – эффект воздействия симпатического отдела вегетативной нервной системы» являются верными?

1. Сердце – увеличение частоты и силы сердечных сокращений.
2. Бронхи – расширение просвета для усиления вентиляции легких.
3. Слюнные железы – усиление секреции обильной, жидкой слюны.
4. Пищеварительный тракт – активация моторики и секреции.
5. Зрачок – расширение для улучшения освещенности сетчатки.
6. Кожные сосуды – усиление кровотока для согревания.

Ответ: 1, 2, 5

Задание 7.

При подготовке к уроку по теме «Мышцы» учитель подбирает примеры, иллюстрирующие особенности разных видов мышечной ткани. Какие из приведенных пар «вид мышечной ткани – ее корректная характеристика» являются верными?

1. Поперечно-полосатая скелетная – сознательный (произвольный) контроль сокращений, высокая скорость ответа на стимул.
2. Гладкая – наличие исчерченности, обусловленной правильным расположением актиновых и миозиновых филаментов.
3. Поперечно-полосатая сердечная – наличие вставочных дисков, обеспечивающих быстрое проведение возбуждения и синхронное сокращение кардиомиоцитов.
4. Поперечно-полосатая скелетная – низкая утомляемость и способность к длительным тоническим сокращениям.
5. Гладкая – иннервация вегетативной нервной системой, медленные, непроизвольные сокращения.
6. Поперечно-полосатая сердечная – способность к эффективному длительному работе в условиях анаэробного гликолиза.

Ответ: 1, 3, 5

Задание 8.

Установите соответствие между физиологическим процессом и демонстрационным опытом для школьного урока:

1. Газообмен в легких : Модель Дондерса
2. Работа сердца : Измерение АД
3. Мышечное утомление : Опыт с динамической и статической нагрузкой
4. Пищеварение в желудке : Опыт с действием пепсина на белок

Задание 9.

Установление соответствия между системой организма и доступным методом ее изучения в школе:

1. Сердечно-сосудистая система / Подсчет пульса до и после нагрузки
2. Дыхательная система / Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе)
3. Опорно-двигательная система / Измерение мышечной силы динамометром

Задание 10.

Установите последовательность этапов проведения лабораторной работы "Изучение действия слюны на крахмал":

1. Приготовление раствора крахмала
2. Сбор слюны у учащихся
3. Смешивание растворов в пробирках
4. Проведение качественной реакции с йодом
5. Анализ и оформление результатов

Задание 11.

Установите последовательность этапов проведения лабораторной работы «Измерение артериального давления»:

1. Наложение манжеты тонометра на плечо испытуемого
2. Накачивание воздуха в манжету до исчезновения пульса
3. Постепенное стравливание воздуха из манжеты
4. Определение появления тонов Короткова (систолическое давление)
5. Определение момента исчезновения тонов (диастолическое давление)

Задание 12.
Какой прибор используется для измерения жизненной емкости легких в школьной лаборатории?
Ответ: Спирометр

Задание 13.
Какой метод исследования сердечной деятельности, доступный для школьного кабинета биологии, позволяет оценить ритмичность работы сердца
Ответ: Пульсометрия (Подсчет частоты сердечных сокращений)

Задание 14.
Разработайте фрагмент урока по теме "Терморегуляция организма" для 8 класса, включив в него демонстрационный опыт и объяснение физиологических механизмов.
Критерии оценки:
Предложен конкретный опыт (например, измерение температуры кожи до и после физической нагрузки), дано научное объяснение механизмов теплообразования и теплоотдачи, указаны методы активизации познавательной деятельности учащихся.

Задание 15.
Составьте план-конспект урока по теме "Гигиена питания" для 9 класса, включив в него практическую работу по определению качества пищевых продуктов.
Критерии оценки:
Четко определены цели и задачи урока, представлена структура урока с временными рамками, описана практическая работа с конкретными методами исследования (например, определение наличия крахмала в продуктах), указаны формы организации учебной деятельности.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий;
- Работа с электронными ресурсами удаленного доступа.

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в раздел

«Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т.п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

9.1 Литература

1. Нормальная физиология в 3 т.: учебное пособие для студ. вузов /под ред. В.Н. Яковлева – М.: Академия, 2006 г. – (Высшее профессиональное образование) Т.1 – Общая физиология. – 240 с. Т.2 – Частная физиология. – 288 с. Т.3 – Интерактивная физиология. – 220 с. *Экземпляров всего: по 10*

2. Физиология человека/под ред. Е.К. Аганянц.-2005. *Экземпляров всего:72*

3 Агаджанян Н. А., Коробков А. П. Практикум по нормальной физиологии: уч. пособие для студ. мед. вузов. – М.: Высшая школа, 1983. – 328 с.

4 Батуев А. С., Никитина И. П. Малый практикум по физиологии человека и животных: уч. пособие для студ. университетов. – М.: Высшая школа, 1967. – 296 с.

5 Большой практикум по физиологии человека и животных в 2-х томах: учеб. пособие для студ. вузов/ ред. А.Д. Ноздрачев. – М.: Академия.- (Высшее профессиональное образование). – т 1 Физиология нервной, мышечной и сенсорной систем – 2007. – 598 с. т 2 Физиология всцеральных систем. – 2007. – 540 с.

6 Гуминский А. А. и др. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии: уч. пособие для ст-тов биол. спец. пед. институтов. – М.: Просвещение, 1990. – 240 с.

7 Большой практикум по физиологии: учебное пособие /под ред. А.Г. Камкина/ – М.: ИЦ «Академия», 2007 г.

9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» - http://www.edu.ru.
2. Портал электронной научной библиотеки - http://elibrary.ru/defaultx.asp.
3. Проект «Вся биология» – https://www.sbio.info/
4. Анатомия человека – атлас - https://anatomcom.ru/
5. Сайт Института физиологии им И.П. Павлова - https://www.infran.ru/
6. Физиология на ПостНауке – https://postnauka.ru/themes/fiziologiya

9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник http:// polpred.com/news.
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/.

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (муляжи, влажные препараты, плакаты, таблицы, мультимедийные презентации).

Для проведения практических занятий также используется ауд. 334 А «Учебная лаборатория физиологии человека и животных», укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект учебной мебели

- Аудиторная доска
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Мультимедийный проектор
- Экспозиционный экран
- Аппарат для исследования высшей нервной системы (1 шт.)
- Интерактивный анатомический стол «Пирогов» (1 шт.)
- Микроскоп биологический «Микромед» С-1 (1 шт.)
- Микроскоп монокулярный (1 шт.)
- Электрокардиограф (1 шт.)
- Лабораторная посуда и реактивы по темам занятий
- Учебно-наглядные пособия – таблицы, муляжи, мультимедийные презентации по дисциплине «Физиология человека и животных».

Для ряда занятий используется также ауд. 118 А **Лаборатория естественно-научной направленности педагогического технопарка «Кванториум-28» им. С.В. Ланкина**, которая оснащена следующим оборудованием:

- Комплект аудиторной мебели
- Ноутбук (4 шт.)
- МФУ принтер (1 шт.)
- Аппарат Киппа (2 шт.)
- Стерилизатор для лабораторной посуды воздушный (1 шт.)
- Магнитная мешалка (1 шт.)
- Цифровая лаборатория по химии «Releon» (6 шт.)
- Цифровая лаборатория по физике «Releon» (6 шт.)
- Цифровая лаборатория по биологии «Releon» (6 шт.)
- Учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий (6 шт.)
- Учебная лаборатория точных измерений (6 шт.)
- Микроскоп учебный «Эврика» (6 шт.)

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Используемое программное обеспечение: «Анатомический 3D-атлас «Пирогов»; Microsoft®WINEDUperDVC AllLng Upgrade/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Microsoft®OfficeProPlusEducation AllLng License/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Dr.Web Security Suite; Java Runtime Environment; Calculate Linux.

Разработчик: Суняйкина Е.В., канд. с.-х. наук, доцент кафедры биологии и МОБ.

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2023/2024 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023/2024 учебном году на заседании кафедры (протокол № 9 от 28 июня 2023 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: 95	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры (протокол № 8 от 22 мая 2024 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2 № страницы с изменением: 95	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 учебном году на заседании кафедры (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).

Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2026/2027 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026/2027 учебном году на заседании кафедры географии и биологии (протокол № 5 от 26 мая 2026 г.).