

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ**

*Кафедра физиологии человека и животных*

О. В. Яковлева, А. Н. Мустафина, А. С. Блохина

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИОЛОГИИ**

Учебно- методическое пособие

**Казань - 2020**

**УДК 59.08**

*Печатается по решению методической комиссии института  
фундаментальной медицины и биологии*

*Протокол № 5 от 5 марта 2020 г.*

*Заседания кафедры физиологии человека и животных*

*Протокол № 8 от 5 марта 2020 г.*

*Рецензенты:*

Доктор биологических наук, проф. КФУ Г.Ф. Ситдикова

Кандидат биологических наук, доц. КГМУ А.Р. Гиниатуллин

**Яковлева О. В., Мустафина А. Н., Блохина А. С.**

**Современные методы в физиологии:** Учебно-методическое пособие / О. В. Яковлева, А. Н. Мустафина, А. С. Блохина. – Казань: Казанский университет, 2020. – 55 с.

**Аннотация:**

В современной физиологии используются все новые методы экспериментов, одни становятся возможными благодаря развитию оборудования, другие являются следствием взаимодействия биологических наук. Содержание методического пособия направлено на ознакомление с современными методами, применяемыми в изучении физиологических функции, что создаст необходимую методологическую основу для изучения последующих профессиональных дисциплин, а также позволит применить приобретенные знания, навыки и умения при прохождении всех видов практик, подготовке выпускной работы.

## Содержание

<b>ГЛАВА 1 КРАТКАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИОЛОГИИ»</b>	<b>6</b>
1.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	6
1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования	7
1.3. Объем дисциплины	7
1.4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	8
1.4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)	8
1.5. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	9
1.5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	9
1.6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	10
1.6.1. Основная литература	10
1.6.2. Дополнительная литература	11
1.7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)	11
<b>ГЛАВА 2 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>	<b>13</b>
<b>Тема 1.</b> Вводное занятие. Методы физиологического исследования. История развития методов физиологии. Классификация методов	14
<i>Лабораторная работа 1. Правила работы с животными</i>	14
<i>Лабораторная работа 2. Ознакомление с правилами работы и устройством общелабораторных и специальных приборов</i>	17
<b>Тема 2.</b> Современные электрофизиологические методы	17

<i>Лабораторная работа 3. Регистрация потенциала действия от брюшного нервного ганглия мадагаскарского таракана</i>	17
<i>Лабораторная работа 4. Исследование одиночного потенциала действия нервной цепочки дождевого червя</i>	19
<i>Лабораторная работа 5. Оценка порогов раздражения у различных испытуемых</i>	21
<i>Лабораторная работа 6. Зависимость величины потенциала покоя листа алоэ от размера листа</i>	23
<b>Тема 3. Методы исследования поведения, памяти и обучения</b>	24
<i>Лабораторная работа 7. Значение доминирующей мотивации в формировании поведения</i>	24
<i>Лабораторная работа 8. Скорость формирования условного рефлекса в эволюционном ряду</i>	25
<b>Тема 4. Современные оптические методы в физиологии</b>	27
<i>Лабораторная работа 9. Исследование морфологического строения синапса теплокровных животных с помощью прижизненного флуоресцентного красителя FM 1-43</i>	28
<i>Лабораторная работа 10. Наблюдение закона Ламберта-Бугера-Бера</i>	29
<b>Тема 5. Применение биохимических и химических методов в современном физиологическом исследовании</b>	31
<i>Лабораторная работа 11. Исследование качественного состава мочи</i>	31
<i>Лабораторная работа 12. Анализ кислотности сточных вод</i>	36
<b>Тема 6. Методы неинвазивного изучения человека. Аппаратные исследования не возбудимых органов.</b>	38
<i>Лабораторная работа 13. Основы термометрии</i>	38
<i>Лабораторная работа 14. Основы неинвазивного исследования сенсорных систем у человека</i>	39
<i>Лабораторная работа 15. Основы неинвазивного исследования внутренних органов человека</i>	44

<b>Тема 7. Современные методы статистического анализа физиологических данных</b>	<b>51</b>
Темы для презентаций	52
Библиография	55

## ГЛАВА 1 КРАТКАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИОЛОГИИ»

### 1.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-12	способностью использовать знание основ и принципов биоэтики в профессиональной и социальной деятельности
ОПК-6	способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- современные методики, используемые в различных областях физиологии;
- современные экспериментальные подходы к изучению физиологических процессов на разных уровнях организации (от субклеточного до организменного);
- основные методологические достижения ведущих отечественных и зарубежных физиологов и научных школ;

Должен уметь:

- планировать и выполнять основные методические приёмы физиологического эксперимента;
- свободно ориентироваться в дискуссионных проблемах, касающихся современной
- пользоваться физиологической экспериментальной техникой;

работать с современным физиологическим оборудованием.

Должен владеть:

- техникой физиологического эксперимента;
- излагать в устной и письменной форме результаты своего исследования и аргументированно отстаивать свою точку зрения в дискуссии

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к применению полученные знания при осуществлении конкретного физиологического исследования.
- проводить изыскания в научных проблемах и дискуссионных вопросах в современной физиологии, требующих методологической разработки.

## **1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

## **1.3. Объем дисциплины**

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 56 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 56 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 70 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен или зачет с оценкой в 6 семестре.

**1.4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**1.4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

	Разделы дисциплины /модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Вводное занятие. Методы физиологического исследования. История развития методов физиологии. Классификация методов.	6	0	0	4	6
2.	Тема 2. Современные электрофизиологические методы	6	0	0	10	10
3.	Тема 3. Методы исследования поведения, памяти и обучения.	6	0	0	8	10
4.	Тема 4. Современные оптические методы в физиологии.	6	0	0	10	10
5.	Тема 5. Применение биохимических и химических методов в современном физиологическом исследовании.	6	0	0	10	10
6.	Тема 6. Методы не инвазивного изучения человека. Аппаратные исследования не возбудимых органов.	6	0	0	10	10
7.	Тема 7. Современные методы статистического анализа физиологических данных	6	0	0	4	14
	Итого		0	0	56	70



## 1.5. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 1.5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Примерные вопросы к зачету с оценкой:

- 1) Методы исследования, примененные в физиологии: исследование биоэлектрических явлений, методы электрического раздражения ткани, химические методы исследования, электрическая запись неэлектрических величин.
- 2) Связь нарушения поведения и восприятия с повреждением мозга.
- 3) Основные принципы наблюдения. Применение в физиологии. Изучение свобод поведения животных.
- 4) Исследование эмоций у животных. Примеры тестов.
- 5) Исследование когнитивных функций у животных. Примеры тестов.
- 6) Электронейрография.
- 7) Исследование локомоторных функций у животных. Примеры тестов.
- 8) Значение клинических данных неврологии для физиологии человека.
- 9) Методы острого и хронического эксперимента, наблюдение, компьютерное и математическое моделирование.
- 10) Опрос - метод психофизиологии. Опросники, их составление.
- 11) Применение опросников во врачебной практике.
- 12) Основные принципы эксперимента как методы исследования. Модели *in vitro/ in vivo/ in tatum*.
- 13) Исследование физического развития у животных. Примеры тестов.
- 14) Метод регистрации одиночных каналов. Варианты.
- 15) Метод регистрации суммарной активности спинного и головного мозга на животных.
- 16) Электроэнцефалограмма: наложение электродов при ЭЭГ
- 17) Электрокардиограмма. Наложение электродов при ЭКГ
- 18) Электромиограмма. Наложение электродов при ЭМГ.
- 19) Аппаратные исследования невозбудимых органов. Аудиометрия
- 20) Приготовления изолированного препарата из гладкомышечных органов желудочно-кишечного тракта.

- 21) Регистрации сократительной и электрической активности изолированных препаратов гладкомышечных клеток.
- 22) Законы вариационной статистики для анализа данных биологического эксперимента.
- 23) Непараметрические критерии.  $\chi$ -критерий Ван-де-Вардена.  $u$ -критерий Уилкоксона (Манна-Уитни).
- 24) Параметрические критерии.  $t$ -критерий Стьюдента. Оценка разности средних для попарно связанных и не связанных вариантов.
- 25) Сравнение выборочных долей.  $z$ -преобразование Фишера. Сравнение показателей вариации.  $f$ -критерий Фишера.

## **1.6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **1.6.1 Основная литература:**

1 Практикум по физиологии сенсорных систем: [кожная сенсорная система, слуховой анализатор, вкусовая чувствительность] / Г.Ф. Ситдикова, О.В. Яковлева, А.В. Яковлев; Казан. гос. ун-т, Биол-почв. фак. - Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2009. 35, [1] с.: ил.; 21. Библиогр. в конце кн. (7 назв.).

2 Яковлева, О.В. Практикум по физико-химическим методам в физиологии: учебно-методическое пособие / О.В. Яковлева, Г.Ф. Ситдикова, А.В. Яковлев; Казан. федер. ун-т, Биол.-почв. фак. - Казань: [Казанский университет], 2011. 71,[1] с.: ил.; 21. Библиогр.: с. 71 (16 назв.). [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F\\_1250309943/Fiz\\_him\\_metody.pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F_1250309943/Fiz_him_metody.pdf)

3 Физиология нервной системы. Учебно-методическое пособие/ Герасимова Е.В., Хазипов Р.Н., Ситдикова Г.Ф. - КФУ - 2012, кафедральный фонд 100 экз., электронный ресурс. <https://kpfu.ru/docs/F29889149/physiology.pdf>

4 Физиология возбудимых систем. Учебно-методическое пособие./ Яковлева О.В., Ситдикова Г.Ф., КФУ – 2012 [https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1317750831/FVS\\_1\\_chast.pdf](https://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1317750831/FVS_1_chast.pdf)

5 Физиология возбудимых систем. Учебно-методическое пособие./ Яковлева О.В., Яковлев А.В., Ситдикова Г.Ф., КФУ - 2019 [https://kpfu.ru//staff\\_files/F\\_832641285/glava\\_2\\_sinaps\\_i\\_myshca\\_2.pdf](https://kpfu.ru//staff_files/F_832641285/glava_2_sinaps_i_myshca_2.pdf)

### 1.6.2. Дополнительная литература:

1 Новицкий В.В., Патофизиология. В 2-х томах. Том 2 [Электронный ресурс] / Под ред. В. В. Новицкого, Е. Д. Гольдберга, О. И. Уразовой - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 640 с. - ISBN978-5-9704-2658-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970426586.html>

2 Физиология человека: [учебник]: в 3 т. / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса; пер. с англ. Н.Н. Алипова [и др.] под ред. П.Г. Костюка. 3-е изд. Москва: Мир, 2005; 27. ISBN 5-03-003574-5 (рус.). ISBN 0-387-19432-0 (англ.). Т. 1 / [Й. Дудель, Й. Рюэгг, Р. Шмидт и др.]. 2005. 323 с.

### 1.7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Аритмии сердца. Основы электрофизиологии, диагностика, лечение и современные рекомендации [Электронный ресурс] / Г.К. Киякбаев - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970431009.html>

Соколов А.В., Калинин Р.Е., Стома А.В. Теория и практика диагностики функциональных резервов организма. - Издатель ГЭОТАР-Медиа. - 2015, 176 с - <http://gipokrat-books.net/10577-teorija-i-praktika-diagnostiki-funkcionalnyh.html>

Спирометрия [Электронный ресурс]: рук. для врачей / П.В. Стручков, Д.В. Дроздов, О.Ф. Лукина. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970436295.html>

Ультразвуковая диагностика [Электронный ресурс] / Н. Ю. Маркина, М. В. Кислякова; под ред. С. К. Тернового. - 2-е изд. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015 - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970433133.html>

Физиология человека: учебник. [Электронный ресурс]/ Под ред. В. М. Покровского, Г.Ф. Коротько. 3-е изд. 2011. - 664 с. - <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785225100087.htm>

Ярцев С.С. Электрокардиография: практическое руководство для врачей. Москва: РУДН, 2014, 227 с. - <http://www.booksmed.com/kardiologiya/2868-elektrokardiografiya-yarcev.html>

Электронное учебное пособие – Физиология центральной нервной системы. Учебное пособие. [Электронный ресурс] / Н.П. Ерофеев - СПб:

СПбГУ, 2013 193с. - <https://www.litres.ru/n-p-erofeev/fiziologiya-centralnoy-nervnoy-sistemy-uchebnoe-posobie-10213324>

## ГЛАВА 2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ.

Методические указания содержат перечень лабораторных работ, составленных с учетом аппаратуры, имеющейся на кафедре физиологии человека и животных. Теоретический материал рассматривается по узловым вопросам, которые даны во введении к каждой работе. Самостоятельная работа обучающихся по курсу призвана не только закрепить и углубить знания, приобретенные при изучении дисциплин «Физиология и анатомия человека», «Нейрофизиология», «Биофизика», но и способствовать развитию творческих навыков, инициативы, умению организовывать экспериментальную работу. Работы рассчитаны на самостоятельное выполнение их обучающимися. После выполнения работы обучающиеся делают выводы на основании полученных экспериментальных исследований. Полученные данные анализируются с использованием математической статистики.

**Требование к оформлению и оценка лабораторных работ.** Лабораторные работы оформляются обучающимися в отдельной тетради по следующему плану:

1. Дата выполнения работы.
2. Номер лабораторной работы, название.
3. Цель.
4. Теоретическое обоснование (не более 0.5 стр).
5. Оборудование, для выполнения заданий.
6. Ход работы (краткое описание этапов выполнения работы и инструкция испытуемому, не более 0.5 стр).
7. Данные, полученные в ходе проведения исследования, представленные в виде таблиц, графиков.
8. Анализ полученных результатов – расчеты, формулы.
9. Обсуждение полученных результатов.
10. Выводы.

При сдаче лабораторных работ учитываются следующие параметры (пример оценивания работы преподавателем, максимум 3 балла):

- ° знание теории, предваряющей каждое практическое задание (1 балл);
- ° активность работы студентов во время проведения экспериментов (0.5 баллов);
- ° правильность оформления работы (0.5 баллов);

- тщательность анализа результатов, качество представления результатов (0.5 баллов);
- обоснованность выводов (0.5 баллов).

## **Тема 1. Вводное занятие. Методы физиологического исследования. История развития методов физиологии. Классификация методов**

**Цель занятий:** На вводном занятии рассматривается история развития физиологии, классификация методов физиологии, плюсы и минусы ряда методов. Оборудование, применяемое в физиологических экспериментах, а также правила работы в физиологической лаборатории, работа с общелабораторными приборами, животными.

### ***Лабораторная работа 1. Правила работы с животными***

**Цель:** приобрести навыки работы с основными лабораторными животными.

1. Изучить технику безопасности при работе с лабораторными животными.
2. Провести фиксацию, идентификацию, метку лабораторных животных.
3. Научиться вводить жидкие вещества лабораторным животным.

**Оборудование и материалы:** набор инструментов в стерилизаторе (ножницы, иглы, шприцы, пинцеты, корнцанги), лабораторные животные, ватные спиртовые тампоны, краски для мечения, мультимедийное оборудование, презентация *MS Office Power Point* по теме занятия.

### **Ход работы:**

1. На сайте ЭОРа внимательно ознакомьтесь с правилами работы животными, биоэтическими правилами, применением обезболивающих средств, фиксацией животных и проч. Приготовьте конспект в тетради для протоколов исследования по правилам безопасной работы с лабораторными животными. Студенты будут допускаться к работе с животными только после успешного прохождения теста по данной теме. Ознакомьтесь со способами фиксации мелких и крупных животных, меткой лабораторных животных и манипуляциями с ними (рис. 2.1-2.4).
2. Получите у лаборанта клетку с грызунами, аквариумы с лягушками, тараканами и улитками, чашку с дождевыми червями.
3. Преподавателем проводится демонстрация приемов обращения со стерилизованными инструментами, подготовки шприца и его наполнения

материалом; приемов фиксации животных; методов определения пола, проведения инъекций и анестезии лабораторных животных.

4. Обучающиеся работают в парах.

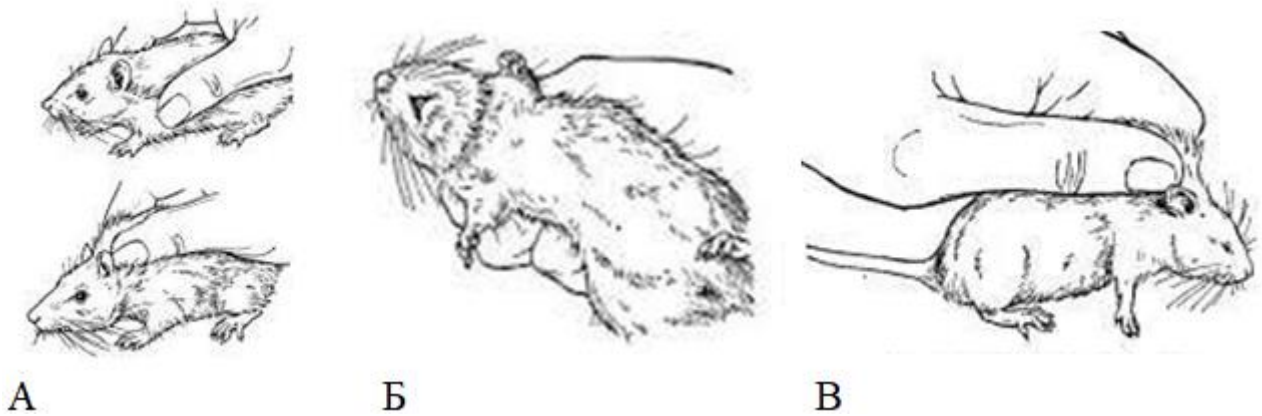


Рис. 2.1. Способы фиксации мелких животных  
А – этапы захвата крысы рукой; Б - Фиксация крысы рукой;  
В – Захват мыши рукой.

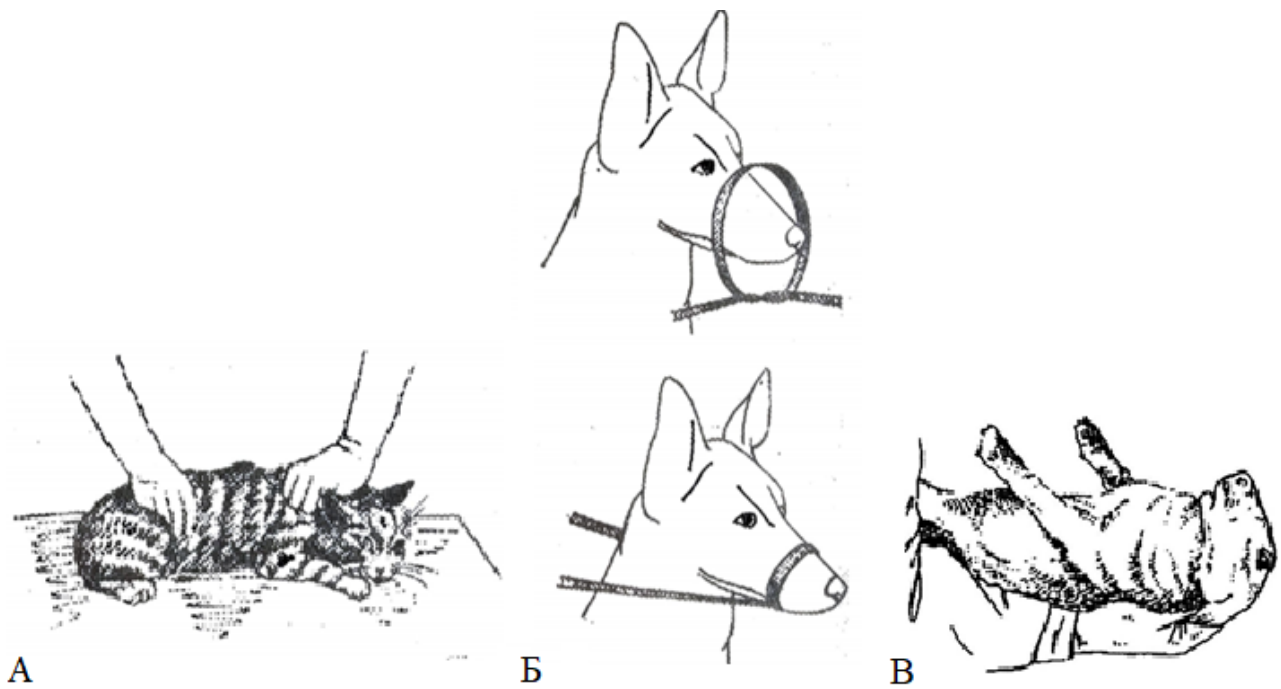


Рис. 2.2. Способы фиксации крупных животных:  
А - Кошек, Б - Собак, В - Кроликов.

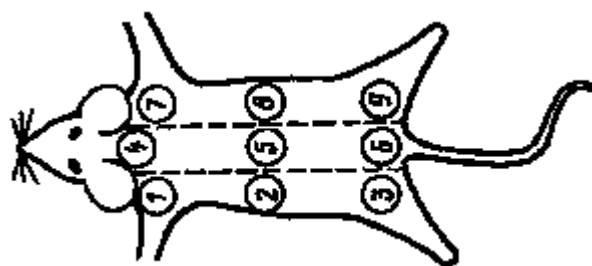


Рис. 2.3. Метка лабораторных животных

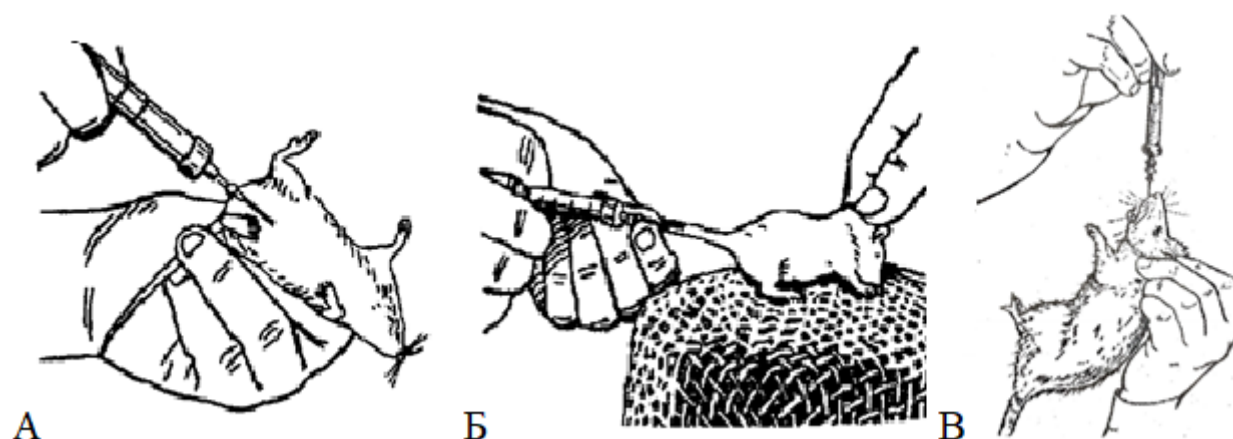


Рис. 2.4. Примеры проведения манипуляций с животными.

А - Внутривенная инъекция мыши. Б - Внутримышечная инъекция мыши. В - Внутривенное введение зонда крысе.

На основе полученных теоретических знаний внесите в таблицу 3.1 следующие данные:

Таблица 3.1

Правила работы с животными.

Животное	Способы фиксации животного	Пол особи, отличительные признаки	Способ и пример анестезии	Способ и пример метки
Грызун				
Амфибия				
Беспозвоночное				

Проведите манипуляции с лабораторными животными:

Определите пол животного, проведите метку животного.

Сделайте мышам и крысам инъекции изотонического физиологического раствора подкожные, внутривенные, внутримышечные, забор крови из хвостовой вены, введение вещества *Per*



ос; лягушкам инъекцию изотонического физиологического раствора в лимфатический мешок.

Зарисуйте схемы проведения манипуляций.

### ***Лабораторная работа 2. Ознакомление с правилами работы и устройством общелабораторных и специальных приборов***

**Цель:** освоить правила работы в физиологической лаборатории.

**Ход работы:**

◦ На сайте ЭОРа внимательно ознакомьтесь с правилами работы в лаборатории, пожарной безопасности, электробезопасности, применение индивидуальных защитных средств и проч.

◦ Получить у лаборанта инструкции к приборам (весы, рН-метр, стимуляторы, микроскоп ЛОМО и проч.). В электронном виде можно ознакомиться с инструкциями к основным обще лабораторным приборам. Внимательно прочитайте инструкции к приборам, ознакомьтесь с техникой безопасности при работе с каждым прибором.

◦ Приготовьте конспект в тетради для протоколов исследования по правилам безопасной работы в физиологической лаборатории.

Студенты будут допускаться к работе с приборами только после сдачи конспекта.

## **Тема 2. Современные электрофизиологические методы**

**Цель занятий:** Познакомиться с устройством приборов и современными методами исследования основных свойств возбудимых тканей. Проанализировать возбудимость тканей различных животных, законы возбудимости.

### ***Лабораторная работа 3. Регистрация потенциала действия от брюшного нервного ганглия мадагаскарского таракана***

Для того чтоб вызвать потенциал действия (ПД) в брюшном ганглии таракана необходимо стимулировать «анальные церки», которые содержат механорецепторы. Даже маленькие отклонения церок при касании или движением воздуха ведут к генерации ПД в брюшном ганглии.

**Цели работы:**

1. Записать ответы брюшного ганглия при стимуляции церок воздухом или прикосновением.

2. Сравнить амплитуды ответов от церок с правой и левой

стороны.

**Для работы необходимо:** декапитированный мадагаскарский таракан, раствор Рингера для насекомых (на литр дистиллированной воды), препаровальный набор, микроманипулятор, пипетка Пастера, преобразователь сигналов *BSL MP35*, стимулятор *BSLSTM*, набор проводов и электродов *BSLCBL8, EL452*.

**Ход работы:**

- Приготовьте раствор Рингера для насекомых ( $NaCl$  0,650 %  $KCl$  0,025 %  $CaCl_2$  0,025 %  $NaHCO_3$  0,025 %).
- Соедините компьютер и преобразователь сигналов *BSL MP35* между собой через *USB*. Подключить к системе металлические электроды через канал 1.
- Включите на компьютере программу *BSL Pro*. Не калибровать.
- Преступите к препаровке таракана.
- Таракана положите в чашку Петри или стакан с эфиром для анестезии на 5-10 минут. Прикрепите спинной стороной к препаровальной доске иголочками. Вскройте таракана, вычистите брюшной узел (рис. 2.5). Установите электроды.

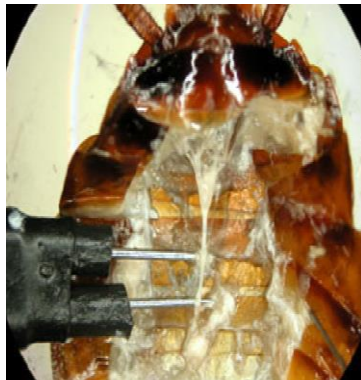


Рис. 2.5. Расположение электродов на брюшном узле мадагаскарского таракана.

- Создайте в программе новый файл, назвав его «№ группы, день».
- В окне *MP35* канал 1 должен отражать регистрацию ПД мадагаскарского таракана. Выставить скорость протяжки 2 сек.
- Перед началом стимуляции проведите запись спонтанной активности брюшного узла таракана. Определите среднее значение

базовой активности.

◦ Затем проведите стимуляцию левой церки воздухом, затем через 10-15 секунд, не прекращая записи, стимулируйте правую церку. Пример записи представлен на рис. 2.6.

Для анализа выделите участки длительностью 1 сек и рассчитайте максимальные величины ПД (выберите параметр «*Max*» - максимальная амплитуда, в мВ). В поток исследования запишите не менее 10 значений максимальных величин ПД с каждой стороны.

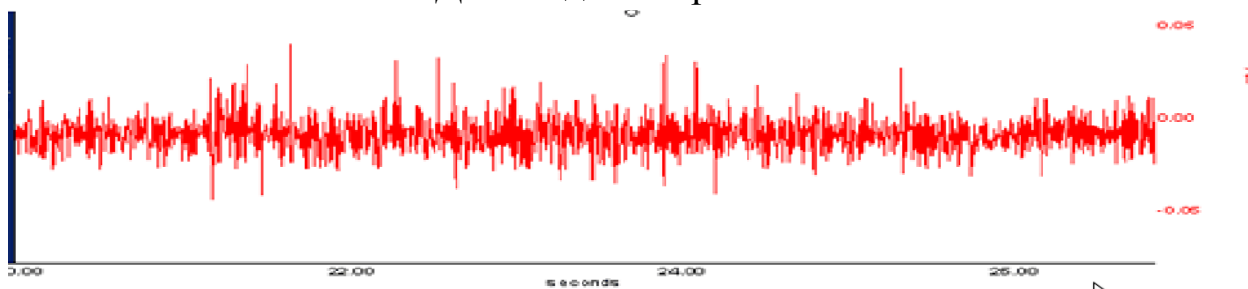


Рис. 2.6. Пример записи активности брюшного узла мадагаскарского таракана при стимуляции церок.

Сравните полученные данные с помощью вариационной статистики. Сделайте выводы.

#### ***Лабораторная работа 4. Исследование одиночного потенциала действия нервной цепочки дождевого червя***

**Цель работы:** зарегистрировать ПД нервной цепочки дождевого червя, определить скорость проведения по нерву.

**Для работы необходимо:** дождевые черви, раствор Рингера для холоднокровных (6 мг натрий хлорид, 0.12 мг калий хлорид, 0.20 мг кальций хлорид, 0.10 мг натрий бикарбонат на литр дист. воды), лед, препаровальный набор, спиртовой раствор 10%, бинокляр, ванночка для регистрации, преобразователь сигналов *BSL MP35*, стимулятор *BSLSTM*, набор проводов и электродов *BSLCBL2A* или *BSLCBL4B*.

##### **Ход работы:**

- Приготовить раствор Рингера для червей.
- Соедините стимулятор, преобразователь сигналов между собой через канал 1 и с компьютером через *USB* выход. Подключите к системе ванночку через канал 2, расположив электроды так, как показано на рис. 2.7.
- Включите на компьютере программу *BSL Pro*. Не калибровать.

- Преступите к препаровке червя. Червя необходимо помыть, положить в чашку Петри со спиртовым раствором для анестезии на 5-10 минут. Прикрепить червя спинной стороной к препаровальной доске иголочками.
- Надрезать червя посередине длиной 6-8 см. С использованием иголок развернуть червя, вычистить нервную цепочку убрав органы.
- Аккуратно поместить червя в ванночке, как показано на рис. 2.8.
- Создайте в программе новый файл, назвав его «№ группы, день». Выставьте «0» на стимуляторе.

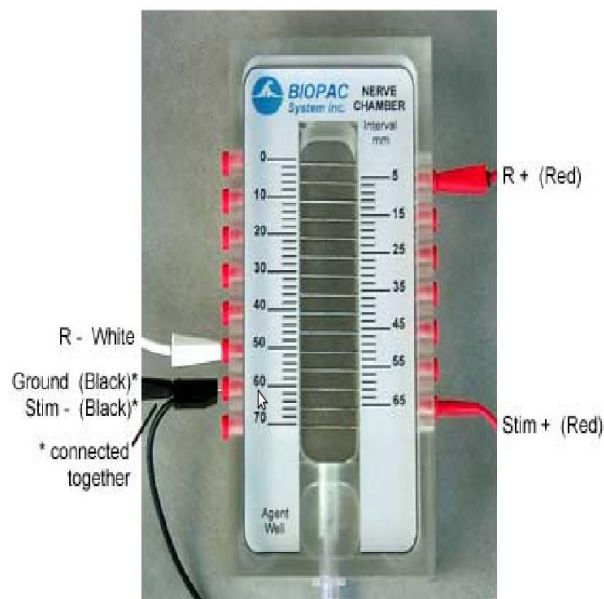


Рис. 2.7. Расположение электродов *BSLCBLAB* на ванночке.  
*R* - регистрирующие электроды: красный (*R+*), белый (*R-*).  
*Stim* – стимулирующие электроды: красный (+) и черный (-).  
*Ground* — индифферентный электрод (черный, подключается совместно со стимулирующим).

- В окне *MP35* канал 1 должен отражать стимулятор, канал 2 - регистрацию ПД. В окне стимулятора выбрать частоту стимуляции - 1 Гц, начало стимуляции совпадает с началом записи.
- Установите стимулирующий и отводящий электроды на расстоянии 3 см. Стимулируйте нервную цепочку, постепенно повышая амплитуду стимуляции. Запишите пороговое значение амплитуды (мВ) и продолжайте увеличивать амплитуду до тех пор, пока амплитуда ПД не перестанет изменяться.

◦ С помощью программы найдите амплитуду ПД, в мкВ. Постройте график зависимости амплитуды ПД нервной цепочки червя от силы стимула.



Рис. 2.8. Расположение дождевого червя в ванночке.

Сделайте выводы.

### ***Лабораторная работа 5. Оценка порогов раздражения у различных испытуемых***

**Цель:** оценка порогов раздражения у различных испытуемых.

**Для работы необходимо:** стимулятор ЭС-50-1, физиологический раствор, спирт, вата.

**Ход работы:** Индифферентный электрод, представляющий собой металлическую пластинку, с помощью жгута закрепите на плече испытуемого, предварительно протерев кожу спиртом и подложив под электрод, смоченный в физиологическом растворе, бинт. Активный электрод покройте небольшим кусочком ваты и увлажните физиологическим раствором. Включите прибор ЭСЛ и подключите электроды к клеммам так, чтобы активный электрод был соединен с катодом. В процессе исследования активный электрод используется для

нанесения изолированных раздражений на поверхность тела в так называемых двигательных точках (рис. 2.9), соответствующих наиболее поверхностному прохождению двигательных нервных стволов или местам вхождения в мышцу веточек иннервирующего ее двигательного нерва.

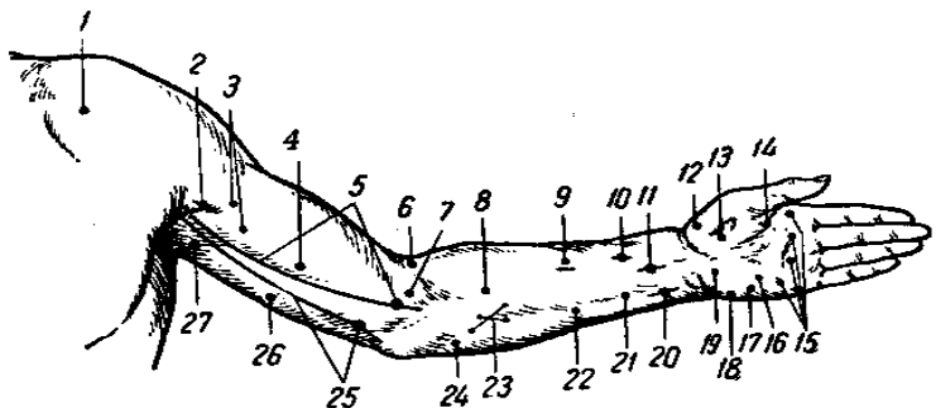


Рис. 2.9. Карта Эрба

Порядок проведения работы следующий:

- 1) включив аппарат, установите частоту раздражения в 3 Гц, задержку — 0,5 мс.
- 2) Длительность импульсов установите равной 100 мс,
- 3) силу раздражителя предварительно установите на 25 В.

После подготовки прибора и испытуемого поисковый электрод поместите согласно карте Эрба на точку №11 (рис. 2.9). Если испытуемый ощущает пощипывание кожи или сокращение мышц, это означает, что точка найдена. В этом случае электрод уберите и отметьте место положения точки.

На следующем этапе определяется порог раздражения. Для этого напряжение нужно снизить до нуля, установить поисковый электрод на точку, а потом ручкой установки амплитуды стимуляции медленно наращивать напряжение до тех пор, пока испытуемый не ощутит пощипывание или сокращение мышц.

В этот момент наращивание нужно прекратить, снять поисковый электрод, записать показания с табло в таблицу 3.2.

**Внимание!** Поисковый электрод нельзя долго держать в одной и той же точке, иначе произойдет «аккомодация», привыкание, и порог будет расти.

Потом снова установить напряжение на нуль и повторить процедуру. Данные могут немного различаться. Берется среднее значение из трех измерений в одной точке.

Занесите значения в таблицу 3.2, подсчитайте средние значения порогов раздражения в различных точках для группы испытуемых.

*Таблица 3.2*

Значение порогов раздражения разных испытуемых

Ф.И.О.	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3
Иванов И.И., муж			
....			
Средние значения $\pm m$			
Петрова П.П., жен			
...			
Средние значения $\pm m$			

С помощью методов вариационной статистики сравните значения реобазы в одной двигательной точке у испытуемых разного пола.

***Лабораторная работа 6. Зависимость величины потенциала покоя листа алоэ от размера листа***

**Цель:** определить величину потенциала покоя листа алоэ и продемонстрировать, что изменение сопротивления между отводимыми точками самого объекта существенно меняют показания прибора.

**Для работы необходимо:** куст алоэ, гальванометр, препаративный набор, фильтровальная бумага.

**Ход эксперимента:** На свежем листе не менее 5 см в длину алоэ производят поперечный разрез у поврежденного края и измеряют потенциал покоя при расположении первого электрода в центре поперечного разреза, второго - на поверхности у края разреза. Далее электрод поверхности отодвигают от разреза на край листа. Все измерения производятся как можно быстрее, одно за другим.

Затем срезают от края листа алоэ 1 см и повторяют измерение потенциала покоя. Затем вновь срезают 1 см листа и вновь повторяют измерения, до тех пор пока общая длина листа не станет 1 см.

**Оформление результатов:** Полученные результаты фиксируются в протоколе. По ним следует построить график зависимости потенциала покоя от расположения электрода поверхности относительно разреза (длины листа в мм).

Сделайте вывод.

### **Тема 3. Методы исследования поведения, памяти и обучения**

**Цель занятий:** Познакомиться с современными методами исследования поведения и высшей нервной деятельности человека и животных. Проанализировать механизмы деятельности ЦНС, основы поведения, памяти и обучения у животных.

#### ***Лабораторная работа 7. Значение доминирующей мотивации в формировании поведения***

Доминирующая система представляет собой динамичную саморегулирующуюся организацию, все элементы которой содействуют достижению полезного для системы или организма результата.

**Цель работы:** Выявить соответствие поведения животных доминирующей мотивации.

**Материалы и оборудование:** крысы с пищевой депривацией и с питьевой депривацией, корм, вода, краска для метки.

#### **Ход работы:**

1. Получить у лаборанта 2 клетки с крысами. В клетке №1 находятся крысы, с пищевой депривацией (в течение суток животные не получали корм, вода – в свободном доступе). В клетке №2 находятся крысы, с питьевой депривацией (в течении суток животные не получали воду, но корм – в свободном доступе).

2. Пометьте животных с питьевой депривацией маркером или краской.

3. Внутри открытого поля расположите две миски: с кормом и водой.

4. Выпустите в открытое поле по одной крысе из каждой клетки и наблюдайте за их поведением. Отметьте, какая из двух крыс подошла к миске с едой, а какая – к миске с водой.



После прекращения тестирования поле протирается спиртом, и насухо вытирается бумажным полотенцем. После чего тестируется следующее животное.

5. Возьмите следующую пару животных из группы, и проделать пп. 2-4. Вычислите процент животных, чье поведение соответствовало доминирующей мотивации в каждой группе.

**Сделайте вывод** о соответствии поведения животных доминирующей мотивации.

### ***Лабораторная работа 8. Скорость формирования условного рефлекса в эволюционном ряду***

Безусловные рефлексы обеспечивают приспособление организма к относительно простым постоянным условиям среды. Однако условия существования живых организмов очень сложны, многообразны и самое главное изменчивы. Приспособление к ним осуществляется при помощи иного рода рефлекторных реакций, которые И.П. Павловым были названы условные рефлексы. Согласно современному определению условные рефлексы - это индивидуальные приобретенные реакции организма на стимулы внутренней и внешней среды, осуществляемые на основе безусловных рефлексов и реализуемые при участии высших отделов ЦНС – коры головного мозга. Способность к формированию новых рефлекторных связей является базовым свойством ЦНС не только высших позвоночных животных.

**Цель работы:** сформировать условный мигательный рефлекс у животных.

**Материалы и оборудование:** груши резиновые 8-12 шт, звуковой генератор - звонок, секундомеры 4 шт, крысы/мыши 4 шт., лягушки 4 шт, улитки 4 шт.

#### **Ход работы:**

**Крысы/мыши:** животное помещается в индивидуальную клетку на 5 мин., для ознакомления с новой обстановкой. Затем на животном демонстрируют безусловный мигательный рефлекс на поток воздуха. Затем формируют защитный условный рефлекс: подавая условный сигнал (звуковой сигнал), и через 4-5 сек. поток воздуха из груши в глаз (безусловное подкрепление), наблюдают мигательный рефлекс.

Через 10-20 сек. повторяют подачу условного и безусловного стимулов. Обучение продолжается до достижения 3 последовательных

мигательных реакций. Оценивают количество подходов до момента формирования рефлекса у животного. Проводят эксперимент на всей группе животных. По результатам работы необходимо заполнить таблицу 3.3 протокола исследования.

**Лягушки:** животное помещается в индивидуальную банку на 5 мин., для ознакомления с новой обстановкой. Демонстрируют безусловный мигательный рефлекс на поток воздуха. Затем формируют защитный условный рефлекс: подавая условный сигнал (звуковой сигнал) и через 4-5 сек. поток воздуха из груши в глаз (безусловное подкрепление), наблюдают мигательный рефлекс.

Через 10-20 сек. повторяют подачу условного и безусловного стимулов. Обучение продолжается до достижения 3 последовательных мигательных реакций. Оценивают количество подходов до момента формирования рефлекса у животного. Проводят эксперимент на всей группе животных. По результатам работы необходимо заполнить таблицу 3.3 протокола исследования.

**Человек:** Испытуемому одевают очки с подачей воздуха. Затем подают условный сигнал (звуковой сигнал), через 4-5 сек. подают поток воздуха из груши в глаз (безусловное подкрепление) наблюдают мигательный рефлекс.

Через 10-20 сек. повторяют подачу условного и безусловного стимулов. Обучение продолжается до достижения 3 последовательных мигательных реакций. Оценивают количество подходов до момента формирования рефлекса у животного. Проводят эксперимент на всей 4 испытуемых. По результатам работы необходимо заполнить таблицу 3.3 протокола исследования.

**Улитки:** Выработку условного рефлекса у улитки проводят на закрытие пневмостома под влиянием потока воздуха. Затем формируют защитный условный рефлекс: подавая условный сигнал (звуковой сигнал) и через 4-5 сек. поток воздуха из груши в пневмостом (безусловное подкрепление), наблюдают рефлекс закрытия пневмостома.

Через 20-30 сек. повторяют подачу условного и безусловного стимулов. Обучение продолжается до достижения 3 последовательных закрытий пневмостома. Оценивают количество подходов до момента формирования рефлекса у животного. Проводят эксперимент на всей группе животных. По результатам работы необходимо заполнить таблицу 3.3 протокола исследования.

Сделайте вывод о скорости формирования безусловных рефлексов у различных видов животных.

Таблица 3.3

Скорость формирования условного рефлекса

Систематика животного	Количество предъявлений стимула для выработки условного рефлекса у одного животного	Среднее значение предъявлений стимула для выработки условного рефлекса в группе
Позвоночные тип, млекопитающие класс, крыса		
Позвоночные тип, млекопитающие класс, человек		
Позвоночные тип, амфибии класс, лягушка		
Моллюски тип, брюхоногие класс, виноградная улитка		

**Тема 4. Современные оптические методы в физиологии**

**Цель занятий:** Познакомиться с устройством приборов и современными оптическими методами исследования в физиологии. Дать характеристику основных законов оптики и возможность их применения в физиологии и медицине.

## **Лабораторная работа 9. Исследование морфологического строения синапса теплокровных животных с помощью прижизненного флуоресцентного красителя FM 1-43**

Сегодня люминесцентный метод анализа охватывает широкий круг методов определения разнообразных объектов от простых ионов и молекул до высокомолекулярных соединений и биологических объектов. Флуоресцентная микроскопия широко используется при изучении собственной флуоресценции внутриклеточных эндогенных химических соединений. В видимой области спектра флуоресценцией обладают некоторые витамины, ряд коферментов ферментов дыхательной цепи в митохондриях и др. Но наиболее многочисленные исследования проводятся при использовании окраски внутриклеточных соединений при помощи специальных красителей - флуорохромов, обладающих высоким сродством к разным эндогенным соединениям и высоким квантовым выходом флуоресценции. Одно из принципиальных достоинств флуоресцентной микроскопии и микроспектрального флуоресцентного анализа клеток необходимо отметить - возможность прижизненных исследований.

Органические люминофоры, выпускаемые под названием люмогенов (например, люмоген светло-желтый, люмоген оранжево-красный), - обычно довольно сложные органические вещества разнообразного строения, обладающие яркой люминесценцией под действием ультрафиолетовой и часто также коротковолновой части видимого света. Эти методы, обладая очень низким пределом обнаружения ( $10^{-4} - 10^{-12}$  %) оказались весьма эффективными при анализе редких и рассеянных элементов, высокочистых веществ.

**Цель:** с помощью флуоресцентного метода наблюдать строение синапса теплокровных животных.

**Для работы необходимо:** диафрагмальная мышца мыши, электрофизиологическая установка, раствор Кребса для теплокровных животных, флуоресцентный микроскоп ЛОМО, ванночка.

### **Ход работы:**

1. Приготовить раствор Кребса для теплокровных, *pH* раствора довести до значений 7.3-7.4.

2. Приготовить препарат диафрагмальной мышцы мыши. Расположить препарат в стеклянной ванночке, растянув на 110-115 % от

начальной длины.

3. Установить ванночку с препаратом в установке. Подключить стимулирующие электроды к стимулятору.

4. Включить стимулятор, наблюдать сокращения мышцы.

5. При выключенном стимуляторе установить частоту стимуляции 50 Гц. Добавить в ванночку краситель в количестве 3 мкл.

6. Включить стимуляцию мышцы на 1 минуты. Затем оставить краситель на мышце без стимуляции еще на 7 минут без стимуляции. По истечении указанного времени промывать мышцу раствором Кребса в течении 45 минут.

7. Включить микроскоп ЛОМО. Дать ему прогреться согласно инструкции.

**ВНИМАНИЕ! Включение микроскопа производится только преподавателем.**

Расположить ванночку с препаратом на предметном столике микроскопа, в проходящем свете рассмотреть мышцу, найти мышечные волокна и нервы - зарисовать.

Переключить микроскоп на флуоресцентный свет, наблюдать свечение миелиновых оболочек нервов, терминалей - зарисовать нервную терминаль мышцы.

### ***Лабораторная работа 10. Наблюдение закона Ламберта-Бугера-Бера***

Приборами для фотоколориметрии служат фотоэлектроколориметры (ФЭК), характеризующиеся простотой оптической и электрической схем.

Измеряемый диапазон оптической плотности составляет 0.05 – 3.0, что позволяет определять вещества в широком интервале содержаний от  $10^{-6}$  до 50%. Для дополнительного повышения чувствительности и селективности определений существенное значение имеют подбор реагентов, образующих интенсивно окрашенные комплексные соединения с определяемыми веществами. Погрешность измерений колеблется от 5 до 0.2 %.

Фотоколориметры КФК-3 предназначены для измерения коэффициентов пропускания и оптической плотности прозрачных твердых образцов. Спектральный диапазон работы 315-990 нм. Фотоколориметры широко применяются для проведения серийных определений концентраций веществ на предприятиях водоснабжения, химической, пищевой промышленности, медицине, фармакологии.

**Цель:** Проверить соблюдение закона Бугера-Ламберта-Бера

**Для работы необходимо:** прибор — ФЭК, раствор перманганата калия 1, 0.1, 0.01, 0.001 %, дистиллированная вода, мерные цилиндры, стаканы.

**Ход работы:**

**Выбор светофильтра.** Для выбора светофильтра для последующей работы используют раствор с минимальным содержанием перманганата калия с длиной кюветы 50 мм.

Максимальное изменение оптической плотности на единицу концентрации в соответствии с законом Бугера-Ламберта-Бера наблюдается при длине волны, соответствующей максимальному значению коэффициента поглощения. Определить требуемую область длин волн можно из справочной литературы или экспериментально, измерив значения оптической плотности поглощающего раствора при различных длинах волн. В данной работе с СФ анализируют спектр поглощения вещества с шагом 20 нм. Максимум пропускания совпадает с максимумом поглощения определяемого вещества. Поэтому наиболее подходящим для фотометрирования считается та длина волны, при использовании которой получено максимальное значение величины оптической плотности анализируемого раствора.

Измерить оптическую плотность эталонного раствора по отношению к раствору сравнения последовательно при всех длинах волн, используя в качестве раствора сравнения воду. Построить график зависимости оптической плотности от длины волны.

**Проверка закона Бугера-Ламберта-Бера** Измерить оптическую плотность имеющихся растворов начиная с самой маленькой концентрации и длиной кюветы 50 мм. При необходимости возможно двукратное разведение имеющихся растворов. Если при увеличении концентрации наблюдаются максимальные значения оптической плотности и не наблюдается дальнейших изменений в оптической плотности, следуют применить для измерения кювету с меньшей длиной (30, 10, 5, 3 мм). По результатам построить график зависимости оптической плотности от концентрации вещества (для каждой длины кюветы).

Сделать вывод о виде отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.

## **Тема 5. Применение биохимических и химических методов в современном физиологическом исследовании**

**Цель занятий:** Познакомиться с устройством приборов и применением химических методов исследования в физиологии. Освоить основные методы биохимии, применяемые в биологии, физиологии и медицине.

### ***Лабораторная работа 11. Исследование качественного состава мочи***

Все процессы, идущие в организме, протекают в водной среде, поэтому трудно переоценить роль воды в его жизнедеятельности. Минеральные вещества участвуют в построении всех органов и тканей, обеспечивают поддержание осмотического давления, активируют многие ферменты и т. д. Содержание воды и минеральных солей в крови и моче в норме постоянно, поэтому их определение имеет важное значение для характеристики состояния организма.

Химический состав мочи:

Неорганические компоненты: ионы натрия, калия, кальция, магния, аммония, хлора, фосфаты.

Органические компоненты: мочевина, мочевая кислота, креатинин, гиппуровая кислота, индикан.

Патологические компоненты: белок, глюкоза, кровь, кетоновые тела, билирубин.

**Цель:** качественное исследование некоторых компонентов мочи.

**Ход работы:**

#### **I. Исследование минерального состава мочи**

Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4).

##### **● Открытие хлоридов в моче**

За сутки с мочой выделяется около 15 г хлоридов (в расчете на  $NaCl$ ). При некоторых заболеваниях наблюдается задержка хлоридов в организме.

К 20 каплям мочи добавляют 2–4 капли 1 %-го раствора нитрата серебра ( $AgNO_3$ ). Выпадает белый творожистый осадок  $AgCl$ , темнеющий на свету, нерастворимый в азотной кислоте, но растворимый в аммиаке.

Содержимое пробирки перемешивают, часть переливают в другую пробирку и добавляют 1–2 капли 10 %-го раствора аммиака. Осадок растворяется. К другой части добавляют по каплям 10 %-й раствор азотной кислоты, растворения осадка не происходит.

#### ● **Открытие фосфатов в моче**

Фосфор имеет большое значение для организма. Количество выделяемых с мочой солей фосфорной кислоты отражает интенсивность обмена фосфорсодержащих органических соединений и в норме у взрослого человека составляет 1,5–6,0 г в сутки в расчете на оксид фосфора (V).

К 20 каплям мочи добавляют 2–3 капли 10 %-го раствора аммиака. Образовавшийся осадок фосфорнокислых солей кальция и магния отфильтровывают и растворяют на фильтре в 2–3 каплях 10 %-го раствора азотной кислоты. К полученному раствору добавляют 10–15 капель молибденового реактива и кипятят. При нагревании жидкость окрашивается в желтый цвет, а при охлаждении выпадает кристаллический желтый осадок фосфорномолибденовокислого аммония.

Для приготовления молибденового реактива 7,5 г молибденовокислого аммония растворяют в 100 мл 32 %-го раствора азотной кислоты.

#### ● **Обнаружение сульфатов**

В организме сера принимает участие во многих процессах обмена, в том числе, в синтезе гормонов (инсулина, окситоцина), в обезвреживании токсических продуктов (фенола, крезола). Количество выделенных сульфатов зависит от содержания в пище белков. В среднем за сутки выделяется около 2,5 г серы в виде сульфатов. Сульфаты в моче обнаруживают по появлению белого осадка сульфата бария, нерастворимого в кислотах и щелочах.

К 20 каплям мочи добавляют 5 капель 10 %-го раствора соляной кислоты и по каплям 5 %-й раствор хлорида бария до полного осаждения белого кристаллического осадка сульфата бария.

#### ● **Обнаружение аммонийных солей**

На долю аммонийных солей приходится 4–5 % общего количества азота мочи, что соответствует выделению 0,6–1,2 г аммиака в сутки.

В пробирку наливают 2–3 мл мочи и 1–2 мл известкового молока (насыщенного раствора гидроксида кальция), смешивают обе жидкости и подносят к отверстию пробирки красную лакмусовую бумажку,



фенолфталеиновую или универсальную индикаторную бумажку, предварительно смоченную водой, не касаясь стенок пробирки. Через некоторое время лакмусовая бумажка синееет, фенолфталеиновая бумажка краснеет, а универсальная индикаторная синееет вследствие выделения аммиака.

## **II. Определение белка в моче**

Моча здорового человека практически не содержит белка. В ряде патологических случаев в моче может появиться белок в количестве 25 г в сутки (протеинурия, альбуминурия).

Цветные реакции мало пригодны для обнаружения белка в моче, т.к. и нормальная, и патологическая моча содержат вещества, препятствующие образованию окрашенных продуктов реакций. Для обнаружения белка в моче обычно применяют три реакции его осаждения: кипячением, концентрированной азотной кислотой (проба Хеллера) и сульфосалициловой кислотой.

Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4).

### **● Осаждение кипячением**

Предварительно проверяют реакцию мочи универсальным индикатором. Если моча имеет кислую реакцию, то ее (2–3 мл) сразу кипятят в пробирке, а если щелочную, то ее сначала слегка подкисляют добавлением по каплям 1 %-го раствора уксусной кислоты до слабокислой реакции по универсальному индикатору. В присутствии белка при кипячении образуется муть или осадок, не растворяющийся при повторном кипячении после добавления к жидкости 3–5 капель 10 %-го раствора уксусной кислоты. Этим осадок белков отличается от осадка фосфатов и карбонатов кальция и магния, которые могут выпасть при кипячении в слабокислой среде, но растворяются при нагревании в более кислом растворе уксусной кислоты.

### **● Проба с сульфосалициловой кислотой**

К 1–2 мл мочи добавляют 2–3 капли свежеприготовленного 20 %-го раствора сульфосалициловой кислоты. При наличии белка в моче образуется белый осадок или муть.

Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4).

### III. Реакции на кетоновые тела

Ацетоновыми, или кетоновыми, телами называют ацетон, ацетоуксусную кислоту, и 3-гидроксимасляную кислоту. Эти вещества являются продуктами неполного распада жиров. При нормальном обмене жира и углеводов они почти полностью окисляются и в крови содержатся в небольшом количестве (около 0,01 г/л). Однако, при некоторых заболеваниях, например при сахарном диабете, а также при голодании и неправильном режиме их количество значительно возрастает: в крови до 1–3 г/л, а в моче за сутки выделяется до 40 г при норме 0,04–0,05 г. В этом случае кетоновые тела выделяются также кожей и легкими, из-за чего у больного человека иногда ощущается запах ацетона.

#### ● Реакция на ацетоуксусную кислоту (реакция Герхарда)

Наливают в пробирку 10 капель мочи и 4-6 капли 10 %-го  $FeCl_3$ .

При выполнении данной реакции с мочой необходимо учесть, что после добавления первых двух капель раствора  $FeCl_3$  выпадает осадок фосфата железа (III) –  $FePO_4$ . Поэтому для получения вишнево-красного окрашивания необходимо добавить еще несколько капель этого реактива.

Окраска постепенно бледнеет при стоянии вследствие самопроизвольного декарбоксилирования ацетоуксусной кислоты. При кипячении мочи этот процесс протекает очень быстро.

Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4).

### IV. Полуколичественное определение глюкозы в моче

В ступке растирают в тонкий порошок 0,1 г  $CuSO_4$  и 1 г  $Na_2CO_3$ . На предметное стекло насыпают немного порошка и наносят несколько капель мочи, подогревают до кипения. Синий цвет означает, что глюкозы нет, желтовато-зеленый означает, что глюкозы не более 0,5 %, зеленый – не более 1%, коричнево-красный – до 2 %, интенсивно красный – свыше 2 %. Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4)

### V. Определение билирубина в моче (проба Розина)

Данная реакция основана на превращении билирубина под воздействием окислителей ( $I_2$ ) в биливердин зеленого цвета.

На 3–4 мл мочи осторожно наслаивают 1–2 мл 1%-ного спиртового раствора  $I_2$  или раствора Люголя. При наличии желчных пигментов (билирубина) на границе жидкостей появляется зеленое кольцо.

Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4)

## VI. Обнаружение креатинина в моче (реакция Вайля)

Креатинин является одним из конечных продуктов азотистого обмена и образуется из креатинфосфата. За сутки с мочой обычно выделяется 1,3–2 г креатинина, что составляет 2,5–7 % всего объема мочи. Количество выделяемого креатинина прямо зависит от содержания креатинфосфата в мышцах, а также от содержания креатина в пище (его много в мясе). Повышенное выделение креатинина наблюдается при лихорадочных состояниях, инфекциях, болезнях почек, сахарном и несахарном диабете и различных патологиях мышц.

К 2 мл мочи добавляют 5–6 капель 10 %-го раствора  $NaOH$  и 3–4 капли свежеприготовленного раствора нитропруссид натрия (1%). Жидкость окрашивается в красный цвет. При подкислении раствора уксусной кислотой красная окраска сразу же переходит в желтую.

Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4)

## VII. Качественная реакция на индикан

В кишечнике под влиянием различных бактерий происходит разложение аминокислот с образованием ядовитых для организма продуктов (индол, скатол и др.), которые всасываются в кровь и обезвреживаются в печени путем образования нетоксических веществ (серных и глюкуроновых кислот).

Индикан – это калиевые или натриевые соли индоксилсерной кислоты. В норме за сутки с мочой выделяется 0,01 г индикана. При непроходимости кишечника, перитоните, туберкулезе количество индикана повышается.

В пробирку наливают 2–3 мл мочи и добавляют при перемешивании равный объем конц.  $H_2SO_4$ . Затем добавляют примерно 2–3 капли 2 %-го раствора  $KMnO_4$  и 2 мл хлороформа. Закрывают пробирку пробкой и несколько раз перевертывают, не встряхивая. Пробирку ставят в штатив и

наблюдают за появлением синего окрашивания нижнего хлороформного слоя.

Полученные результаты заносят в протокол исследования (Таблица 3.4).

Таблица 3.4

Характеристика исследуемой мочи

Компонент мочи	Наличие в пробе 1	Наличие в пробе 2	Наличие в пробе 3
<i>Минеральный состав</i>			
Хлориды			
Фосфаты			
Сульфаты			
Аммонийные соли			
Кетоновые тела			
Глюкоза			
Билирубин			
Креатинин			
Белок			
Индикан			

**Лабораторная работа 12. Анализ кислотности сточных вод**

Метод потенциометрического титрования основан на измерении равновесного потенциала индикаторного электрода, меняющегося в процессе титрования в зависимости от изменения состава раствора. В основу определения могут быть положены все типы аналитических реакций. При этом оказывается возможным вести определение в интенсивно окрашенных и мутных растворах, можно титровать микро- и макроколичества вещества. В отличие от прямой потенциометрии в этом методе можно использовать только индикаторные электроды с малым временем отклика, сопоставимым со скоростью титрования. С другой стороны, в отличие от прямой потенциометрии в этом варианте отсутствует искажение результатов анализа за счет диффузионного потенциала и нет необходимости знать коэффициент активности определяемого иона. Определение содержания уксусной кислоты основано на потенциометрическом титровании ее раствором гидроксида

натрия. В качестве индикаторного электрода используется стеклянный *pH* чувствительный электрод.

**Цель:**

1. Ознакомление с методом потенциометрического титрования.
2. Определение содержания уксусной кислоты в сточных водах.

**Для работы необходимо:** химические стаканы 200 мл- 2шт, *pH*-метр, раствор едкого натра (*NaOH*) 0.1 моль/л, уксусная кислота.

**Ход работы:** Определение содержания уксусной кислоты В стакан вместимостью 200 мл вносят 100 мл образца сточной воды. В стакан опускают индикаторный стеклянный электрод и хлорсеребряный электрод сравнения, присоединенные к *pH*-метру. Проводят титрование раствором едкого натра. По ходу титрования регистрируют изменение *pH* при прибавлении каждой порции титранта. Результаты заносят в таблицу 3.5. Точку эквивалентности определяют по скачку *pH*, который наступает в интервале *pH* 7-8. При необходимости строят кривую титрования в координатах  $dE/dV$  для определения точки эквивалентности.

Таблица 3.5

Результаты потенциометрического титрования

$V (NaOH), \text{мл}$	$pHdE/dV$

Расчет содержания уксусной кислоты производят по формуле:

$$C(\text{к.})= V1 * K * 0,006 * 1000 / V0,$$

где  $V1$  - объем раствора *NaOH*, пошедший на титрование уксусной кислоты в анализируемом образце сточной воды, мл;  $K$  – поправочный коэффициент для пересчета концентрации взятого раствора *NaOH* на концентрацию; 0,006- количество уксусной кислоты, соответствующее 1 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л, г/мл;  $V0$  – объем образца сточной воды, взятой для анализа, мл.

Установление поправочного коэффициента

Для установления поправочного коэффициента в колбу добавляют 10 мл едкого натра и титруют его уксусной кислотой. Отмечают объем уксусной кислоты пошедшей на титрование  $V_2$ .

Коэффициент рассчитывают по формуле:

$$K=V_2/10$$

Сделать выводы.

## **Тема 6. Методы неинвазивного изучения человека. Аппаратные исследования не возбудимых органов.**

**Цель занятий:** Познакомиться с устройством приборов и освоение основных методов неинвазивного исследования человека.

### ***Лабораторная работа 13. Основы термометрии***

Температура тела – комплексный показатель теплового состояния организма человека и животных. Поддержание температуры тела в определенных пределах является одним из важнейших условий нормальной жизнедеятельности организма. На разных участках тела температура кожи неодинакова, например, на ступне всего около 20°C. Температура тела молодого здорового человека колеблется от 36,2 до 36,8°C. И лишь для 5 % людей нормальными являются показатели ниже или выше среднестатистических. В течение суток температура изменяется: самой низкой бывает до полудня, когда организм еще спит, затем постепенно повышается и примерно к 16 часам достигает максимума. В отличие от температуры внутри тела температура кожи дистальных отделов может колебаться в широких пределах.

**Цель работы:** измерить температуру тела в разных участках у различных испытуемых.

**Материалы и приборы:** термометр электронный с гибким наконечником, спиртовой раствор, вата.

**Ход работы:** Датчик термометра приложите к симметричным точкам боковых поверхностей лба, шеи, внутренней поверхности предплечья, тыльной поверхности кисти, подмышечной впадине, а также с тыльной стороны колена испытуемого на 30 секунд. Перед каждым замером наконечник термометра нужно обрабатывать любым спиртосодержащим дезинфицирующим раствором.

Полученные результаты внесите в таблицу 3.6.

В разделе обсуждения результатов сравните полученные данные с теоретическими данными, представленными на рис. 2.10. Сделайте выводы.

Таблица 3.6

Температура в различных участках тела у испытуемых

Температура в различных участках тела, °С	Температура справа	Температура слева
Лоб		
Шея		
Подмышечная впадина		
Кисть		
Голень		

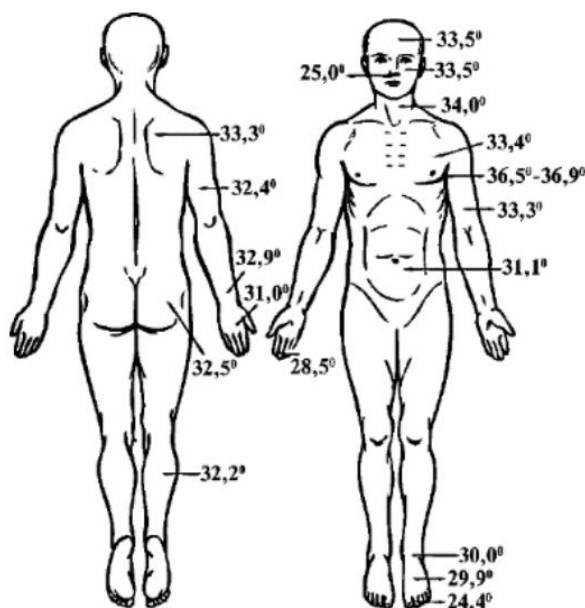


Рис. 2.10 Температура различных участков тела человека.

**Лабораторная работа 14. Основы неинвазивного исследования сенсорных систем у человека**

**Исследование периферического зрения.**

На основе анализа световых сигналов сетчаткой глаза и центральными структурами система зрения обеспечивает:

1) центральное предметное зрение — различение формы, деталей, величины предметов;

2) периферическое зрение — различение контрастов на периферии поля зрения;

3) стереоскопическое зрение — восприятие объема, расстояния между объектами, а также между наблюдателем и объектами;

4) динамическое зрение — восприятие деталей объектов при их движении относительно друг друга и/или относительно наблюдателя.

Совокупность точек углового пространства, одновременно воспринимаемых при фиксированном взоре, получила название «поле зрения». Различают отдельно поля зрения правого и левого глаз, а также общее поле зрения для обоих глаз. В норме у взрослых людей границы монокулярного поля зрения для объекта белого цвета составляют: кнаружи  $90^\circ$ , кнутри —  $55^\circ$ , кверху —  $55^\circ$ , книзу —  $60^\circ$ . Допустимы индивидуальные колебания в пределах  $5\text{--}10^\circ$ . У детей дошкольного возраста границы поля зрения на  $10^\circ$  уже, чем у взрослых. Хроматические поля зрения уже, чем ахроматические, то есть наиболее велико поле зрения для белого цвета, то есть для смешанного цвета. Это объясняется тем, что палочки, чувствительные ко всем видимым лучам и воспринимающие не цвет, а свет, находятся в большом количестве на периферии сетчатки, и по ширине они располагаются в следующей последовательности: белый > синий > красный > зеленый. Величина хроматических и ахроматических полей зрения изменяется в зависимости от освещенности вследствие наличия у глаза контрастной чувствительности.

Монокулярное поле зрения представляет собой часть пространства, видимое неподвижным глазом. Общее поле зрения включает все точки, видимые двумя неподвижными глазами. В пределах общего поля зрения выделяют область, видимую двумя глазами одновременно — бинокулярное поле зрения. Дефект поля зрения — утрата зрительных ощущений в какой-либо его части. Если дефектная зона окружена со всех сторон нормальным полем зрением, она называется скотомой. Границы поля зрения и положение скотомы картируют с помощью периметрии. Для этого используют периметр, который дает возможность установить границы поля зрения и имеющиеся дефекты в нем. Нарушения периферического зрения возникает при пигментной дегенерации сетчатки, заболеваниях и атрофии зрительного нерва. При очаговых заболеваниях сетчатки,



кровоизлияниях, воспалениях зрительного нерва и проводящих путей могут выпадать отдельные участки поля зрения - скотомы, а при поражении зрительных путей определяются выпадения половин поля зрения - гемианопсии.

### **1) Определение поля зрения при нормальном освещении**

**Цель работы:** исследовать общее поле зрения обоих глаз разных испытуемых.

**Для работы необходимы:** периметр, цветные маркеры.

**Ход работы.** Как показано на рис. 2.11 А полукруг периметра прокалиброван в градусах. Специальная пластинка служит подставкой для подбородка испытуемого. В середине полукруга периметра имеется белая точка для фиксации глаз. Периметр ставят против света. Испытуемого сажают спиной к свету и предлагают положить подбородок на пластинку периметра, обоими глазами фиксировать с помощью «цели» точку в центре прибора. Установите полукруг периметра строго вертикально. Возьмите один из ползунков с тем или иным цветным кружочком (при этом испытуемый не должен знать, какого цвета ползунок ведут по шкале!) и начинайте медленно вести его по шкале периметра от периферии к центру: сначала сверху вниз, а затем снизу вверх. Двигайте ползунок до тех пор, пока испытуемый не назовет правильно цвет. Если он дал ошибочный ответ, продолжайте движение ползунка до получения правильного ответа. После этого, остановите ползунок с цветным кружочком и зафиксируйте на схеме на каком градусе испытуемый начал отчетливо видеть предлагаемый ему для различения цвет. Местоположение каждой точки проверить дважды. Далее сделайте эту операцию и для остальных цветов. Переверните полукруг горизонтально и снова протестируйте испытуемого по всем пяти цветам. Так вы получите общее поле зрения сразу для двух глаз.

На схеме (рис. 2.11Б), зарисованной в тетради, точками отметьте те расстояния от центра в градусах, на которых испытуемый смог определить тот или иной цвет. Рассчитайте горизонтальный и вертикальный диаметры, найденные для каждого цвета.

Проведите аналогичные измерения на следующем испытуемом и сравните поля зрения испытуемых разного пола. С помощью методов вариационной статистики сравните значения диаметров полей зрения у испытуемых разного пола. Сделайте выводы

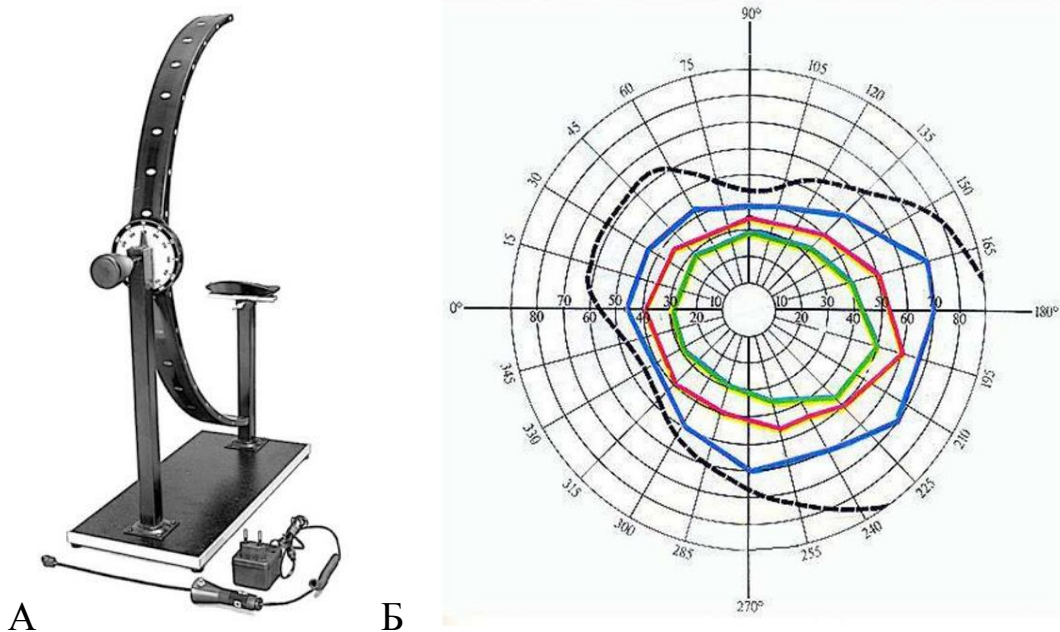


Рис. 2.11. Анализ поле зрения.

А – прибор для исследования поля зрения - периметр. Б - Границы поля зрения для различных цветов (пунктиром обозначено поле зрения для белого цвета).

## 2) Влияние темновой адаптации на поле зрения.

В условиях изменения яркости освещения ясное зрение обеспечивают несколько механизмов, главными из которых являются темновая и световая адаптации, которые осуществляются с помощью фотохимических процессов, в результате которых происходит расщепление зрительных пигментов в колбочках и палочках на свету и их ресинтез в темноте в клетках пигментного слоя. Во время темновой адаптации увеличиваются также функциональные размеры рецептивных полей биполярных и ганглиозных клеток. ЦНС контролирует эти процессы через регуляцию активности нейронов сетчатки.

Во время темновой адаптации абсолютная чувствительность зрительной системы медленно возрастает, при этом палочковая система становится намного более чувствительной, чем колбочковая. Световая адаптация протекает значительно быстрее и сопровождается снижением абсолютной чувствительности. На примере сетчатки можно показать, что количество функционирующих светочувствительных элементов на периферии сетчатки изменяется в зависимости от предварительно проведенной темновой или световой адаптации глаза.

**Цель работы:** исследовать поле зрения обоих глаз разных испытуемых после темновой адаптации.

**Для работы необходимы:** периметр, цветные маркеры.

**Ход работы.** После проведения определения поля зрения (общего для двух глаз) посидеть 15-20 мин в темной комнате, после чего вновь определить границы поля зрения для всех цветов для правого и левого глаз.

Сравнить величину горизонтального и вертикального диаметров поля зрения до и после адаптации. Результаты занести в таблицу 3.7. Проведите статистическую обработку полученных данных от всех испытуемых. Сделайте выводы.

*Таблица 3.7*

Измерения полей зрения

	Горизонтальный диаметр в контроле, мм		Горизонтальный диаметр после темновой адаптации, мм	
Для белого цвета				
Для желтого или зеленого цвета				
Для синего цвета				

	Вертикальный диаметр в контроле, мм		Вертикальный диаметр после темновой адаптации, мм	
Для белого цвета				
Для желтого или зеленого цвета				
Для синего цвета				

## **Лабораторная работа 15. Основы неинвазивного исследования внутренних органов человека**

**Измерение линейных и объемных показателей камер сердца с помощью ультразвуковой диагностики.**

Методы ультразвуковой (УЗ) диагностики в настоящее время занимают одно из ведущих мест среди других методов неинвазивного обследования. Преимуществами данного метода являются объективность информации об анатомическом строении большинства внутренних органов, исследование их функционирования в реальном времени, отсутствие повреждающего воздействия на организм, возможность прямых измерений анатомических структур.

Эхокардиография (ЭхоКГ) является методом, позволяющим получать изображение сердца и магистральных сосудов, а также кровотока в них с помощью УЗ. Оценка размеров камер сердца, массы и функции желудочков является одной из наиболее важных и востребованных задач ЭхоКГ.

ЭхоКГ может быть записана в различных режимах:

Одномерная ЭхоКГ (М-режим, МЭхоКГ) позволяет получать линейное изображение структур сердца в одной плоскости и формировать двухмерное изображение с помощью временной развертки.

Двухмерная ЭхоКГ (В-режим) позволяет получать изображение сердечных структур в виде пространственной развертки в одной плоскости.

Также используются методики: Доплер-эхокардиографии, трёхмерной ЭхоКГ, чреспищеводной ЭхоКГ, контрастной ЭхоКГ и др.

Выделяют четыре основных положения датчика на грудной клетке во время записи ЭхоКГ: при супрастернальном положении датчик размещается в яремной ямке; надчревное положение характеризуется размещением датчика в области средней линии тела, ниже реберной дуги; верхушечное - в области верхушечного толчка на левой половине грудной клетки; левое парастернальное положение - датчик между левой ключицей, грудиной и областью верхушки.

Выделяют 3 стандартные проекции эхокардиографического исследования (рис. 2.12). Проекция, в которой сердце пересекается перпендикулярно дорсальной и вентральной поверхностям тела и параллельно длинной оси сердца, обозначается как проекция длинной оси, сокращенно длинная ось (ДО). Проекция, в которой сердце пересекается

перпендикулярно дорсальной и вентральной поверхностям тела и перпендикулярно к длинной оси сердца, обозначается как проекция короткой оси, сокращенно короткая ось (КО). Проекция, в которой сердце пересекается приблизительно параллельно дорсальной и вентральной поверхностям тела, обозначается как четырехкамерная проекция (4К).

При указании положения и ориентации датчика указывается его положение и проекция (рис. 2.13-2.15).

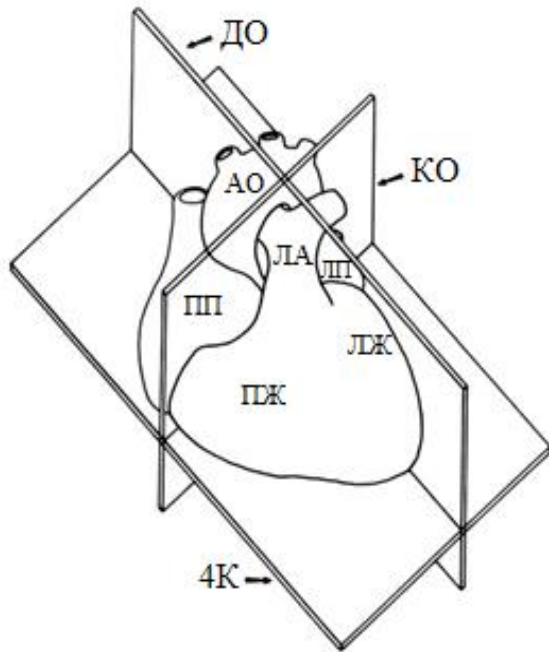


Рис. 2.12. Стандартные проекции эхокардиографического исследования.

КО – проекция короткой оси, ДО – проекция длинной оси, 4К – четырехкамерная проекция, АО – аорта, ЛА – легочная артерия, ЛП – левое предсердие, ПП – правое предсердие, ЛЖ – левый желудочек, ПЖ – правый желудочек.



Рис. 2.13. А: ЭхоКГ из парастернальной позиции длинной оси. Б: Схематичное изображение проекции по длинной оси. ПЖ (RV) – правый желудочек; ЛЖ (LV) – левый желудочек; ЛП (LA) – левое предсердие; АО – аорта.

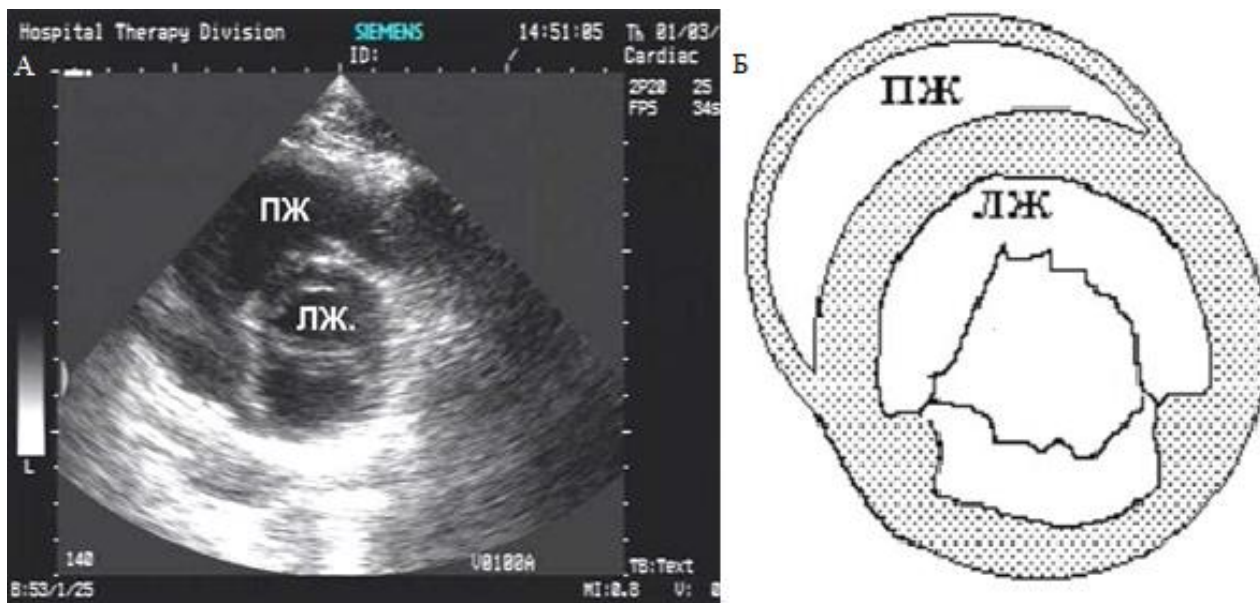


Рис. 2.14. **А:** ЭхоКГ парастеральной позиции короткой оси на уровне кроев створок митрального клапана. **Б:** Схема данной проекции. ПЖ – правый желудочек, ЛЖ – левый желудочек.

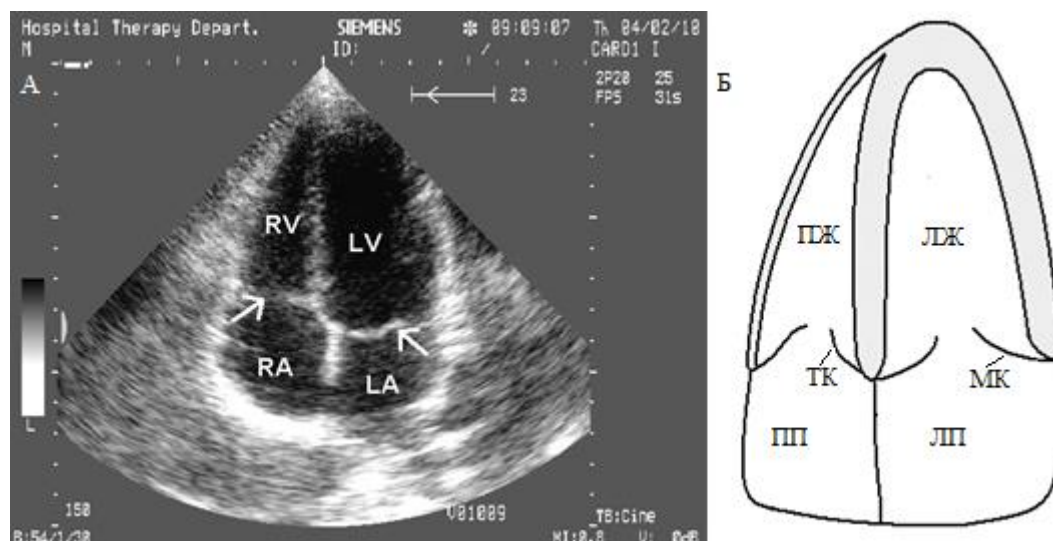


Рис. 2.15. **А:** ЭхоКГ из апикальной четырехкамерной позиции. **Б:** Схема данной позиции. ПЖ (RV) – правый желудочек; ЛЖ (LV) – левый желудочек; ПП (RA) – правое предсердие; ЛП (LA) – левое предсердие, ТК – трикуспидальный клапан; МК – митральный клапан.

**Цель работы:** провести анализ снимков ультразвукового исследования сердца и сравнить полученные результаты с показателями нормы.

**Для работы необходимо:** снимки ультразвукового исследования в левом парастернальном положении по длинной оси, в парастернальном положении по короткой оси на уровне хорд митрального клапана, в верхушечном положении в четырехкамерной позиции в конце диастолы и в конце систолы.

### **Ход работы:**

Выполните измерение в двухмерном режиме записи ЭхоКГ.

#### **1. В левом парастернальном положении по длинной оси.**

Измерьте диаметр правого желудочка во время диастолы (ПЖД), левого желудочка во время диастолы и/или во время систолы (ЛЖД / ЛЖс). Измерения проводятся на уровне хорд митрального клапана от эндокарда свободной стенки до эндокарда межжелудочковой перегородки (рис. 2.16. А).

Измерьте диаметр аорты (Ао) от передней поверхности эндокарда передней стенки до внутренней поверхности эндокарда задней стенки аорты (рис. 2.16. А).

Измерьте размер левого предсердия (ЛП) от внутренней поверхности эндокарда задней стенки аорты до внутренней поверхности эндокарда задней стенки левого предсердия (рис. 2.16. А).

#### **2. В парастернальном положении по короткой оси на уровне хорд митрального клапана.**

Измерьте диастолический диаметр правого желудочка (ПЖД) от эндокарда свободной стенки до эндокарда межжелудочковой перегородки во время диастолы и диаметр левого желудочка от эндокарда межжелудочковой перегородки до эндокарда задней стенки во время диастолы и/или во время систолы (ЛЖД / ЛЖс) (рис. 2.16. Б).

#### **3. В верхушечном положении в четырехкамерной позиции.**

Измерить размер правого желудочка по длинной оси во время диастолы (ПЖДд): от эндокарда внутренней поверхности до условной линии, соединяющей свободную стенку правого желудочка и межжелудочковую перегородку на уровне кольца трехстворчатого клапана (рис. 2.16. В).

Короткий диаметр правого желудочка (ПЖКд) измеряется на уровне, соответствующем границе средней и базальной трети правого желудочка (измерьте данные диаметры) (рис. 2.16. В).

Размер правого предсердия (ППД) определяется от условной линии, соединяющей свободную стенку правого предсердия и межжелудочковую

перегородку на уровне кольца трёхстворчатого клапана и верхнюю стенку правого предсердия (рис. 2.16. В).

Измерьте размер левого желудочка по длинной оси во время диастолы (ЛЖДд) (рис. 2.16. В).

Измерьте размер левого желудочка по короткой оси во время диастолы и/или во время систолы (ЛЖКд / ЛЖКс): на уровне, разделяющем базальную и среднюю треть левого желудочка (рис. 2.16. В).

Измерьте размер левого предсердия (ЛПД) (рис. 2.16. В).

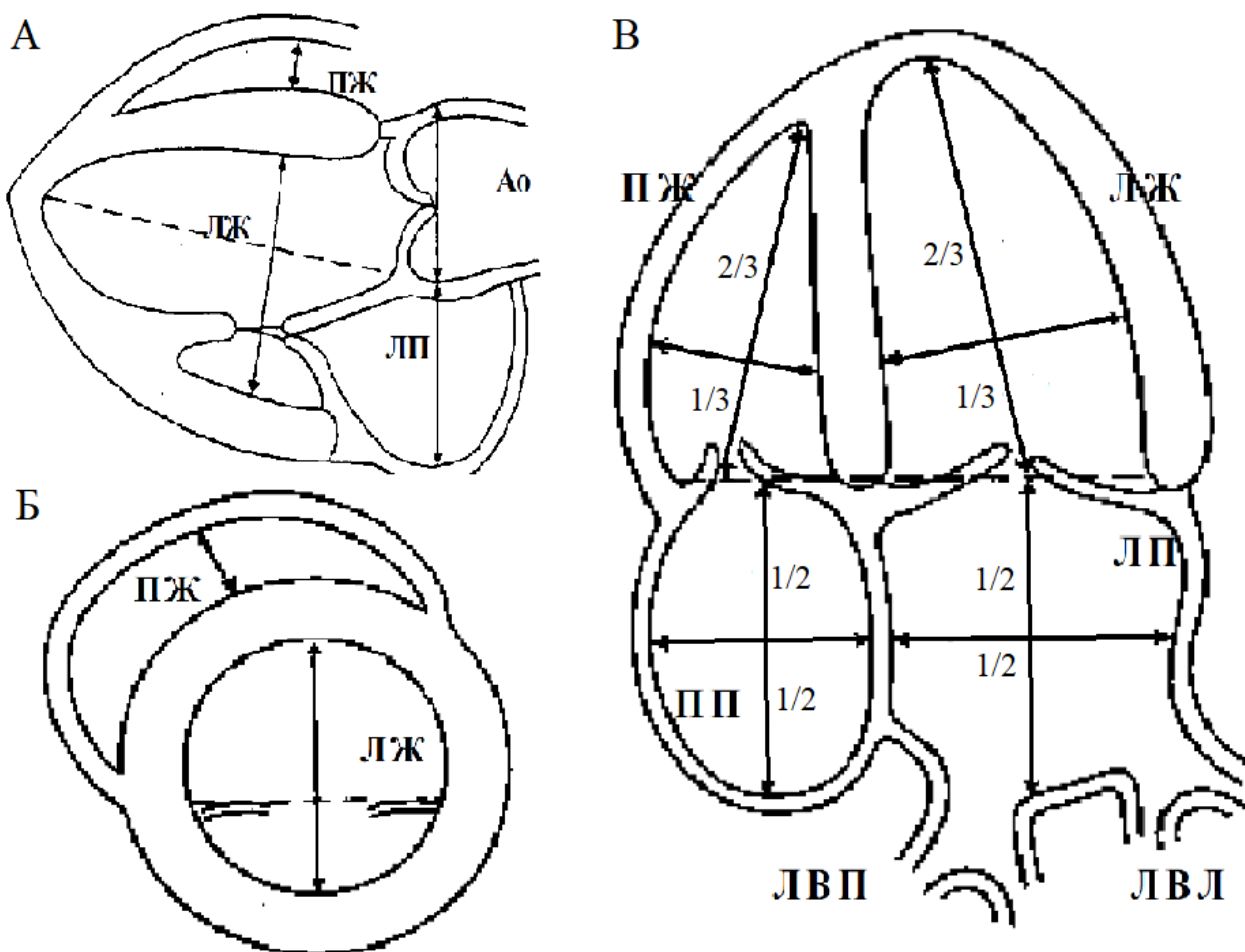


Рис. 2.16. Схема измерений в двухмерном режиме записи ЭхоКГ. **А.** Схема измерений в В-режиме из парастернального положения по длинной оси. **Б.** Схема измерений в В-режиме из парастернального положения по короткой оси на уровне хорд митрального клапана. **В.** Схема измерений в В-режиме из верхушечного положения в четырехкамерной позиции.



Наиболее важными позициями для получения объемных показателей в двухмерном режиме являются апикальные четырех- и двухкамерная позиции (рис. 2.13, 2.15, 2.16. А,Б). Для измерения объемов требуется ручное обведение границ эндокарда (рис. 2.17).

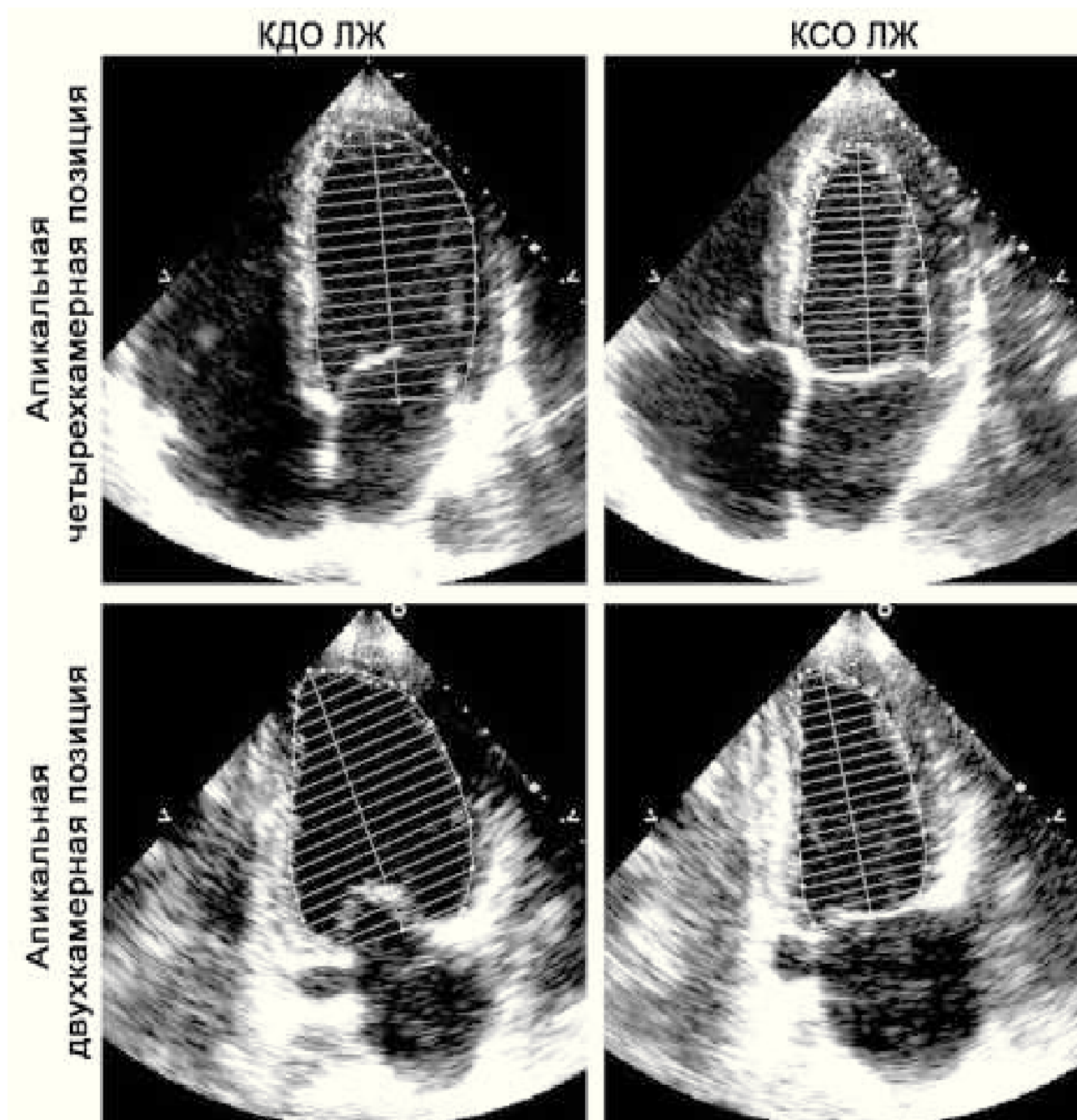


Рис. 2.17. Двухмерные измерения для вычисления объемов левого желудочка с использованием бипланового метода в апикальной четырехкамерной и двухкамерной позиции в конце диастолы и в конце систолы. КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка, КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка.

Для измерения объемов левого желудочка наиболее часто используется биплановый метод дисков в В-режиме. В основе метода лежит принцип, согласно которому объем левого желудочка рассчитывается путем сложения объемов ряда дисков эллиптической формы. Диаметры диска обозначаются как  $D1$  и  $D2$ . Высота каждого диска ( $h$ ) рассчитывается как часть (обычно 1/20) длинной оси левого желудочка по результатам наибольшего измерения в четырех- и двухкамерной позиции (рис. 2.17).

$$\text{объём левого желудочка} = \frac{\pi h \sum (D1)(D2)}{4},$$

где  $\pi=3,14$ ;  $h$  – высота каждого диска (1/20 длинной оси левого желудочка);  $D1$  – диаметр диска в четырехкамерной позиции;  $D2$  – диаметр диска в двухкамерной позиции;  $\sum$  - сумма.

В случае, когда не удастся получить качественное изображение левого желудочка в двух ортогональных позициях, может быть использовано только одно из них, тогда предполагается, что поперечное сечение левого желудочка представляет из себя круг.

$$\text{объём левого желудочка} = \frac{\pi h \sum (D1)^2}{4}$$

где  $\pi=3,14$ ;  $h$  – высота каждого диска (1/20 длинной оси левого желудочка);  $D1$  – диаметр диска в измеряемой позиции;  $\sum$  - сумма.

Конечно-диастолический (КДО) и конечно-систолический (КСО) объёмы определяются одним из вышеописанных методов. После чего рассчитывается фракция выброса (ФВ) по формуле:

$$\text{ФВ} = (\text{КДО} - \text{КСО}) / \text{КДО}$$

Полученные результаты внесите в таблицы 3.8, 3.9 и сравните с нормативными показателями.

Таблица 3.8.

Нормативные показатели размеров камер сердца.

Показатель	Значение	Норма	Показатель	Значение	Норма
В левом парастернальном положении по длинной оси.			В верхушечном положении в четырехкамерной позиции		
ПЖд, см		1.9-3.8	ПЖДд, см		6.5-9.5
ЛЖд, см		3.5-6.0	ПЖКд, см		2.2- 4.4
ЛЖс, см		2.1-4.0	ППД, см		3.5-5.5
Ао, см		2.2-3.6	ЛЖДд, см		6.5-10.3
ЛП, см		2.7-4.5	ЛЖКд, см		3.3-6.1
В парастернальном положении по короткой оси на уровне хорд митрального клапана			ЛЖКс, см		1.9-3.7
ПЖд, см		2.4-3.9	ЛПД, см		4.1-6.1
ЛЖд, см		3.5-6.2			
ЛЖс, см		2.3-4.0			

Таблица 3.9.

Нормативные показатели объемов левого желудочка.

Показатель	Значение	Норма, женщины	Норма, мужчины
КДО, мл		56-104	67-155
КСО, мл		19-49	22-58

Сделайте выводы.

## Тема 7. Современные методы статистического анализа физиологических данных

**Цель занятий:** Анализ применения методов вариационной статистики в физиологии.

### Самостоятельная работа студентов:

Обработка всех цифровых данных полученных в лабораторных работах методами вариационной статистики.

## Темы для презентаций

### Оптические методы

1. ИК спектроскопия. Теоретические основы. Применение в биологии и медицине.
2. Масс-спектрометрия. Определение изотопного состава.
3. Рентгенофлуоресцентный анализ. Теоретические основы. Строение. Применение в биологии и медицине.
4. Фотоколориметрия. Количественный анализ. Строение. Применение в биологии и медицине.
5. Спектрофотометрия биологических объектов. Спектрофотометр: строение.
6. Нефелометрия. Теоретические основы. Приборы. Применение в биологии.
7. Рефрактометрия. Теоретические основы. Применение в биологии и медицине.
8. Поляриметрия. Теоретические основы. Применение в биологии и медицине.
9. Лазеры. Теоретические основы. Приборы, применяемые в биологии и медицине.
10. Газовый анализ. Теоретические основы. Применение в биологии и медицине.
11. Световая микроскопия. Применение с современных физиологических исследованиях. Виды световой микроскопии.
12. Конфокальный микроскоп. Строение. Принцип работы. Применение в физиологических исследованиях.
13. Мультифотонный микроскоп. Строение. Принцип работы. Применение в физиологических исследованиях
14. Сканирующий микроскоп. Строение. Принцип работы. Применение в физиологических исследованиях.
15. Флуоресцентная микроскопия. Строение флуоресцентного микроскопа. Применение в прижизненных физиологических исследованиях.

### Электрометрические методы

16. Микроэлектродные исследования электрических процессов в клетке.
17. Применение ионселективных электродов в биологических исследованиях.

18. Исследование мозговой активности животных методом *in vivo*.
19. Исследование развития таламо-кортикальных путей мозга *in vitro*.
20. Метод патч-кламп. Применение. Основа метода. Способы регистрации (2 докладчика).
21. ЭМГ. Теоретические основы, применение в физиологии.
22. ЭКГ. Теоретические основы, применение в физиологии.
23. Эхокардиография и Фонокардиометрия.
24. ЭЭГ. Теоретические основы, применение в физиологии.
25. Вольтамперометрия. Виды. Теоретические основы. применение в физиологии.
26. Полярография. Теоретические основы, применение в физиологии и медицине.

#### Биохимические методы

27. Гистологический анализ. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии (2 доклада). Приборы для нарезки срезов, способы фиксации и окрашивания срезов (не рутинные).
28. Иммуноферментный анализ. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии.
29. Хроматография. Виды (газо-, жидкостно-). Приборы. Теоретические основы, применение в физиологии (2 доклада).
30. Электрофорез. Виды. Теоретические основы электрофореза в полиакриламидном геле.
31. Вискозиметрия белков. Вискозиметры. Теоретические основы. Применение в биологии и медицине.
32. Ультра центрифугирование. Теоретические основы. Применение в биологии и медицине.

#### Методы поведенческие

33. Использование различных поведенческих тестов для оценки влияния веществ на ЦНС у животных (2-3 докладчика, разные тесты).
34. Методологические приёмы исследования поведения человека.
35. Опрос – как метод психофизиологии. Виды опросников.

#### Методы неинвазивные

36. Перкуссия, пальпация как методы исследования человека.
37. УЗИ. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии.

38. КТ, МРТ. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии и медицине, ветеринарии.
39. Периметрия. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии и медицине.
40. Аудиометрия. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии и медицине.
41. Окулография. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии, медицине и маркетинге.
42. Термометрия. Виды. Теоретические основы, применение в физиологии.
43. Математическое моделирование как физиологический и общебиологический метод.

## Библиография

1. Токарева М.И., Селезнева И.С. Учебное электронное текстовое издание «БИОХИМИЯ» В 3 частях Часть 2 Екатеринбург, 2005 – 107с.
2. под ред. Будылина С.М., Смирнова В.М. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии. Учебное пособие. М: Издательский центр «Академия» 2005 - 336с.
3. Ситдикова Г.Ф., Яковлева О.В., Яковлев А.В. Практикум по физиологии сенсорных систем: кожная сенсорная система, слуховой анализатор, вкусовая чувствительность. Методическое пособие. Казань: КГУ, 2009. – 39 с.
4. Яковлева О.В., Яковлев А.В., Ситдикова Г.Ф. Физиология возбудимых систем. Учебно-методическое пособие. Часть 2: учебно-методическое пособие. Казань: КФУ, 2019. - 40 с.
5. Яковлева О.В., Ситдикова Г.Ф., Яковлев А.В. Практикум по физико-химическим методам в физиологии: Учебно-методическое пособие. Казань: Казанский Университет, 2011-72с.
6. Яковлева О.В., Ситдикова Г.Ф., Хазипов Р.Н., Яковлев А.В. Физиология возбудимых систем Часть 1: Учебно-методическое пособие Казань: Казанский Университет, 2012 - 47с.
7. Lang R. M., Bierig, M., Devereux, R. B., Flachskampf, F. A., Foster, E., Pellikka, P. A., Solomon, S. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца. Echocardiography. – 2006. – Т. 7. – С. 79-108.
8. Визир В.А., Демиденко А.В., Приходько И.Б. Основы ультразвукового исследования сердца и внутренних органов: Учебное пособие к практическим занятиям по функциональной диагностике для студентов 5 курса медицинских факультетов. В 3-х ч. Часть 2. Запорожье, ЗГМУ, 2019. – 124 с.
9. Лазюк Д.Г., Сидоренко И.В., Кокорева Н.Е. Ультразвуковое исследование сердца (эхокардиография): метод. рекоменд. Минск, 2000. – 30 с.