ФИЗИОЛОГИЯ НА СЕБЕ

УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПОД РЕД. Д.С.СВЕШНИКОВА И В.И.ТОРШИНА



Об авторах этой книги:

Владимир Борисович Дорохов – д.б.н., заведующий лабораторией нейробиологии сна и бодрствования Института нейрофизиологии и высшей нервной деятельности РАН, г. Москва:

Дмитрий Юрьевич Измайлов – к.б.н., старший преподаватель кафедры биофизики ФФМ МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва:

Наталия Сергеевна Тропская – д.б.н, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории экспериментальной патологии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, г. Москва; Виктор Михайлович Смирнов – д.б.н., профессор кафедры физиологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва;

Зарина Важикоевна Бакаева – ассистент кафедры нормальной физиологии медицинского института РУДН, г. Москва:

Дмитрий Сергеевич Свешников (ред.) – д.м.н., доцент кафедры нормальной физиологии медицинского института РУДН, г. Москва:

Владимир Иванович Торшин (ред.) – д.б.н., профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии медицинского института РУДН, г. Москва;

Елена Борисовна Якунина – к.м.н., ассистент кафедры нормальной физиологии медицинского института РУДН, г. Москва:

Вероника Олеговна Фон Ратенау – студентка медицинского института РУДН, г. Москва.







Физиология на себе

учебно- методическое пособие для практических занятий. под редакцией доц. Свешникова Д.С. и проф. Торшина В.И.

Рекомендовано Координационным советом по здравоохранению и медицинским наукам ФГАОУ ВО Первого МГМУ имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации в качестве учебно-методического пособия для использования в образовательных учреждениях, реализующих основные профессиональные образовательные программы высшего образования уровня специалитета по направлениям подготовки 31.05.01 «Лечебное дело», 31.05.03 «Стоматология», 33.05.01 «Фармация».

Регистрационный номер рецензии: 583 ЭКУ от 17 января 2019 г.

Москва 2019

УДК 612 ББК 28.707.3 Ф50

Рецензенты:

Петров В.А. — кандидат биологических наук, профессор кафедры биофизики РНИМУ им. Н. Пирогова.

Чибисов С.М.— доктор медицинских наук, профессор кафедры общей патологии и патологической физиологии им. В.А. Фролова Медицинского института РУДН.

«Физиология на себе». Учебно-методическое пособие для практических занятий. — М.: Издательство «Ким Л.А.», 2019 – 212 с.

Авторы: Дорохов В.Б., Измайлов Д.Ю., Тропская Н.С., Смирнов В.М., Бакаева З.В., Свешников Д.С., Торшин В.И., Якунина Е.Б., Фон Ратенау В.О. под редакцией доц. Свешникова Д.С. и проф. Торшина В.И.

ISBN 978-5-6042151-6-6

Настоящее учебно- методическое пособие создано в соответствием с Федеральными Государственными образовательными стандартами высшего образования по специальностям: 31.05.01 (Лечебное дело), 31.05.03 (Стоматология), 33.05.01 (Фармация) и предназначено для самостоятельного проведения лабораторных работ по подавляющему большинству разделов нормальной физиологии. Работы проводятся на современном отечественном универсальном оборудовании «Биожезл».

Книга может использоваться также аспирантами и преподавателями Вузов медицинского, биологического, спортивного и педагогического профилей, осуществляющими тематическое усовершенствование на краткосрочных курсах повышения квалификации по дисциплине «нормальная физиология».

© Коллектив авторов, 2019

© Изд-во «Ким Л.А.», 2019

Предисловие

Настоящее представляет собой сборник, руководство В котором изложена методика проведения функциональных проб на человеке, он охватывают большинство разделов, изучаемых в курсе физиологии. С целью экономии времени на практическом занятии ΜЫ постарались упростить работу с системой Биожезл, ориентируясь максимально на отсутствие специальных знаний и навыков у студентов, делающих первые шаги в изучении предмета физиологии. Вместе с тем, одной из целей создания нашего учебного пособия является адаптация будущих врачей к клиническим инструментальным исследованиям И работе на специализированном оборудовании. Относительно небольшой список работ, представленных в книге, вовсе не означает, что возможности системы Биожезл ограничены: это далеко от истины. Авторы пособия и создатели Биожезла просто не хотят лишать преподавателей и студентов возможности как можно скорее получить рабочий инструмент для практикума. Мы непрерывно работаем над созданием как новой периферии, так и новых работ, поэтому спектр применения нашего устройства будет только расширяться, в том числе и с вашей помощью. Создатели учебного пособия с комплексом лабораторных работ сотрудничества приветствуют открыты для И потенциальных соавторов будущих изданий руководства.

По вопросам, связанным с приобретением аппаратно- программного комплекса «Биожезл» обращайтесь в ООО Дисофт: 119234, Москва, ул. Ленинские горы, вл. 1, стр. 77, ООО «ДИСофт». Электронный адрес: <u>soft@powergraph.ru</u>. Интернет-адрес: www.powergraph.ru. Тел.: +7(495)961-47-30. Факс: +7(499)147-55-08

Мы также рады всем замечаниям и пожеланиям читателей этой книги, которые просим направлять по электронной почте на адрес: biowand@yandex.ru.

Введение

Образование в России в XXI веке стало гуманизированным, поэтому отказ от опытов на животных на физиологическом лабораторном практикуме потребовал полноценной замены. Благодаря развитию микроэлектроники и появлению миниатюрных беспроводных устройств, появилась альтернатива в виде замены опытов на животных функциональными пробами на человеке. Однако приобретение дорогостоящего оборудования, используемого в клинике не обеспечивает должного уровня наглядности, кроме того, для управления им требуются определенные навыки, отсутствующие у студентов. Отметим, что подобные приборы предназначены для выполнения одной- двух задач, что не удовлетворяет экономическим требованиям. С учетом реально существующих о с обенно стей учебных программ и планов занятий, указанные специализированные приборы используются на протяжении одной- двух недель учебного года, простаивая большую часть времени. Быстрое моральное устаревание медицинского оборудования, его высокая стоимость, делают подобный способ модернизации практикума неэффективным.

Альтернатива, безусловно, есть: можно оснастить практикум универсальным оборудованием от таких производителей, как например BIOPAC (США) и ADInstruments (Новая Зеландия), однако стоимость этих приборов неоправданно высока, а аналогичные результаты могут быть получены и с помощью иных, более дешевых устройств. Имеющиеся недорогие решения, например, используемые в кардиологии компактные устройства для мониторинга сердечной деятельности пока также не обеспечивают должной наглядности, поскольку не имеют средств для визуализации и обработки сигналов в реальном времени, вследствие чего для практикума непригодны. Кроме того, не следует забывать и о юридической стороне дела: медицинское оборудование нуждается в периодических профилактических ремонтах, метрологических поверках, осуществляемых инженерами, наличие которых не всегда предусматривается штатом учебных заведений. Однако есть и еще один немаловажный ограничивающий момент: для допуска к работе с

- ई -

медоборудованием персонал должен иметь I группу по электробезопасности и наличие специальных удостоверений (!) для работы *с конкретным прибором*, о которых многие преподаватели и не подозревают. Что и говорить о студентах, пришедших на практическое занятие- они *а priori* не могут соответствовать необходимым квалификационным требованиям. Налицо тупиковая ситуация: преподаватели с точки зрения закона не могут обучать студента, поскольку не имеют необходимых разрешений, а желающие получить навыки не могут обучаться по аналогичной причине. Легальный выход из этой ситуации пока возможен лишь в таком варианте: в штат кафедры зачисляют клинициста, обладающего всеми необходимыми сертификатами и удостоверениями, данный преподаватель осуществляет проведение демонстрационных исследований, однако при этом студенты снова выступают в роли статистов или испытуемыхтипичное пассивное обучение, которое никак не соотносится с все возрастающими требованиями к подготовке специалистов. Без сомнения, эффективность пассивного обучения крайне низка, а ценность сомнительна.

Кроме того, нельзя не согласиться также с тем, что для обучения основам физиологии вовсе нет необходимости использовать настоящее медицинское оборудование, вполне достаточно и учебных пособий, лишь бы они отвечали бытовым требованиям безопасности, однако в настоящий момент подобных пособий для медицинского образования в России практически нет.

Система для обучения Биожезл, созданная на базе усилителя Biorecorder совместными усилиями сотрудников кафедр нормальной физиологии РУДН, биофизики факультета фундаментальной медицины МГУ и лаборатории нейробиологии сна и бодрствования ИФ ИВНД РАН, обладает всеми необходимыми качествами для проведения практических работ. Оно безопасно, поскольку при работе не требует подключения к сети, безопасен и протокол беспроводной передачи данных, осуществляемый устройством. Корпус изготовлен из фторопласта- инертного материала, используемого для изготовления эндопротезов.

Биожезл обладает встроенным двухканальным усилителем биопотенциалов, датчиком давления, акселерометром и автономным питанием. В зависимости от

-6-

задачи, во время работы Биожезл можно удерживать в руке или закреплять на теле испытуемого с помощью системы легких ремней с застежками (см. рис. 1 и Приложение). Сигнал от Биожезла передается на USB- приемник компьютера по протоколу Bluetooth 2.1 (см. схему на рис. 2 и текст ниже). На вход усилителя помимо биопотенциалов можно подавать сигналы от разнообразных



Рис. 1. 1-10 Варианты использования и закрепления на теле устройства Биожезл для проведения лабораторных работ.

аналоговых датчиков, это существенно расширяет спектр возможностей системы Биожезл. Управление оборудованием, проведение вычислений в реальном времени и после эксперимента, формирование протоколов лабораторных работ осуществляются с помощью отечественного ПО «PowerGraph» для Windows.

Преимуществами системы Биожезл перед аналогами являются: абсолютная электробезопасность, универсальность, низкая стоимость комплектующих, портативность, изначальный русскоязычный интерфейс ПО, а

также свобода движений испытуемого (рабочий радиус от передатчика до компьютера составляет 4-8 м). Отсутствие проводной связи с регистратором позволяет осуществлять, например, контроль функций сердечно- сосудистой системы при проведении вращательных проб. Подготовку к работам по



Рис.2 Передача биологического сигнала от испытуемого к компьютеру

стандартным протоколам значительно упрощают созданные для ПО «PowerGraph» настройки и текст данного руководства. На сегодняшний день реализованы лабораторные работы практически по всем разделам физиологии, регистрируются: ЭКГ, АД, плетизмография, ФКГ, сейсмокардиограмма, скорость пульсовой волны, пневмограмма, ЭМГ. Проводятся: динамометрия, электрогастрография, ЭЭГ, ЭОГ, исследование времени сенсомоторных реакций, исследуются КГР, измеряется время сухожильных рефлексов. Ведется разработка новых работ с использованием различных датчиков, поэтому перечень работ практикума будет постоянно пополняться.

Физиология была, есть и будет экспериментальной наукой. Уверены, что наша импортозамещающая разработка уже в ближайшее время станет достойной заменой опытам на животных и новым «золотым стандартом» студенческого лабораторного практикума в ВУЗах, где изучается физиология.

Начало работы с системой Биожезл

Для выполнения лабораторных работ вначале следует ознакомиться с комплектацией системы Биожезл (см. Руководство по эксплуатации), и описанием программного обеспечения PowerGraph (см. «Справку» к ПО PowerGraph). В этой части мы представим лишь необходимые сведения для начала работы с системой: кратко опишем установку ПО и необходимых драйверов, а также наиболее важные моменты, связанные с регистрацией данных и фиксацией системы на теле испытуемого.

Минимальные требования к оборудованию для работы с системой Биожезл:

Персональный компьютер (ПК), на котором будут проводиться лабораторные работы должен отвечать следующим минимальным системным требованиям: Процессор Пентиум-4 и выше, наличие встроенного порта USB, минимальный объем памяти RAM- 512 MБ, 100 MБ свободного места на жестком диске, видеоадаптер с VGA- выходом для подключения монитора или проектора, наличие звуковой карты и (желательно) оптического привода для DVD- дисков¹, OC- Windows XP и выше. Кроме ПК, для работы понадобится следующая периферия: монитор или видеопроектор, мышь, клавиатура, аудиоколонки (желательно с регулятором громкости).

После подключения ПК к сети приступают к установке ПО.

¹ Компакт- диск с драйверами и ПО входит в комплект поставки. Файлы с установочного диска пользователь может копировать на USB носитель и использовать на ПК без оптических приводов.

Установка программного обеспечения

Для сопряжения устройства Биожезл с персональным компьютером необходимо установить: 1) драйвер для сопряжения Биожезла с ПК; 2) ПО PowerGraph².

Установка драйвера

- Вставьте компакт диск с ПО в оптический привод компьютера и откройте папку «FTDI». Для операционной системы Windows 7³ и выше запустите файл CDM21226_Setup.exe.⁴ Для систем Windows XP и Vista запустите файл CDM20824_Setup.exe. Согласитесь со всеми пунктами установки и дождитесь завершения работы программы.
- 2. Вставьте Bluetooth- приемник в USB порт компьютера, будут обнаружены новые устройства под названием «USB Serial Converter», «USB Serial Port» и начнется автоматическая установка драйверов. Дождитесь сообщения от диспетчера оборудования, что устройства успешно установлены. Если же возникнет сообщение о неполадке, переустановите драйвер (см. п.1).

ВіоRecorder (v3.2.3) Х Порт: СОМЗ Серийный N: АНОЗБАОЕ Прошивка: v1.1	:1
Канал 1 Вход	
Канал 2 Вход	
Режим ввода: Вход	
Закрыть	

Рис.4 Настройки BioRecorder

² Биожезл для регистрации данных, но без комплекса лабораторных работ можно использовать и с другим ПО. Подробную информацию можно получить здесь: <u>http://biorecorder.com/ru/br8v1.html</u>

³ Все действия по установке драйверов и ПО в Windows 7 и выше проводят под администратором

⁴ Обновленный драйвер под свою операционную систему можно скачать по следующей ссылке : <u>http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm</u>

Установка ПО PowerGraph

Откройте установочный диск и папку Setup. Запустите файл «Setup.exe» и следуйте указаниям установщика, дождитесь завершения работы программы. После установки, в меню «Программы» и на рабочем столе появятся ярлыки для программы «PowerGraph Professional»⁵.

Основные положения о регистрации данных с помощью Биожезла

Процесс передачи сигнала от испытуемого на компьютер осуществляется в несколько этапов (см. рис.2):

- 1. Биологический сигнал от датчиков, закрепленных на теле испытуемого, по проводам поступает к усилителю, встроенному в Биожезл.
- 2. Аналоговый сигнал усиливается и преобразуется с помощью аналогоцифрового преобразователя Биожезла в цифровой.
- Цифровой сигнал передается без проводов с помощью встроенного в Биожезл радиопередатчика к приемнику.
- 4. Приемник, вставленный в USB- разъем компьютера, передает сигнал на программу- самописец PowerGraph.
- 5. ПО PowerGraph осуществляет создание, обработку, отображение, воспроизведение, печать и хранение файлов на цифровых носителях компьютера. PowerGraph также обеспечивает обратную связь, управляя «Биожезлом».
- 6. Создаваемые в ПО PowerGraph файлы имеют расширение *.pgc, также существует возможность экспортировать данные в формате *.txt.

Подключение Биожезла

Для включения Биожезла используют один из разъемов с датчиками из комплекта поставки. Успешное включение сопровождается пульсацией синей индикаторной лампы на корпусе прибора. Выключить Биожезл также просто:

⁵ Обновление ПО PowerGraph доступно для зарегистрированных пользователей по ссылке: <u>http://</u><u>www.powergraph.ru/support/updates.asp</u>

разъем с датчиком отсоединяют от корпуса, в результате пульсация прекращается.⁶

Все управление, начиная от сопряжения Биожезла с компьютером и заканчивая распечаткой полученных кривых, осуществляется программой PowerGraph, поэтому ниже уделим этой программе особое внимание.

Использование программного обеспечения PowerGraph для лабораторных работ

- Убедитесь в том, что USB- приемник вставлен в соотвествующий разъем ПК, а индикатор на корпусе Биожезла пульсирует. Нажмите на ярлык программы «PowerGraph Professional» на рабочем столе или в «Программах».
- 2. В центре экрана возникнет меню «Выбор АЦП». Из списка поддерживаемых устройств выберите пункт под названием «BioRecorder».
- 3. Загрузится программный интерфейс ПО PowerGraph, состоящий из следующих частей (рис. 3):
- А. Меню и панели инструментов в верхней части главного окна программы. Доступны различные функции, наиболее важными для выполнения работ являются: загрузка настроек, сохранение файла, печать, открытие файлов. В каждой работе используется меню «Анализ», подразделы которого позволяют проанализировать кривые.
- В. Графический дисплей в центральной части главного окна программы. Он выполняет роль бумаги самописца.
- С. Шкала амплитуды сигналов слева от графического дисплея. Шкала амплитуды масштабируется. На шкале амплитуды имеется инструменты управления кривой (каналом).
- D. Шкала времени под графическим дисплеем. Отражает время записи, также масштабируется.

⁶ Если в течении 10 минут от момента включения Биожезл не будет участвовать в передаче данных, то с целью экономии заряда аккумулятора устройство будет автоматически отключено. Для повторного включения извлеките и вновь подключите датчик.



Рис. 3. Окно программного интерфейса ПО Powergraph с открытым файлом сфигмограммы. А-G функциональные части программного интерфейса, пояснения в тексте.

- Е. Информационная панель справа сверху от графического дисплея. Отражает техническую информацию. Важным пунктом этой панели является частота оцифровки- число измерений за 1 с (выражена в Гц).
- F. Панель записи справа снизу от графического дисплея. Здесь отображаются фрагменты записанного файла, называемые блоками. По умолчанию, наименование блоков соответствует времени создания записи. Блоки можно переименовать.
- G. Строка состояния в нижней части главного окна программы.
- 5. После загрузки пустого интерфейса (рис. 3 приведен для наглядности) следует войти в меню «Сервис», выбрать пункт «Настройки BioRecorder». В появившемся окне, во вкладке «режим ввода» для каналов 1 и 2 выставить положение «Вход» и нажать на кнопку «Закрыть» (рис. 4). Это необходимо

сделать для того, чтобы встроенный в Биожезл усилитель смог принимать данные. Данную манипуляцию следует проделать однократно- настройки



Рис. 5. Пример использования таблицы значений. Измеряется максимальная амплитуда сигнала на данном участке сфигмограммы.

сохранятся для для последующих сеансов работы с программой.

- 6. Следующим действием следует зайти в меню «Файл», где выбрать вкладку «Загрузить настройки». Раскроется подменю, в котором будут перечислены настройки для всех перечисленных в данном руководстве работ. Настройки хранят следующую информацию: частоту оцифровки данных, число кривых в будущей записи, степень усиления сигналов, различные варианты обработки кривых и их отображение. Выбрав нужный вид настройки, приступают к выполнению лабораторной работы, согласно выбранному протоколу.
- 7. Для начала регистрации необходимо нажать кнопку «Старт», расположенную на панели записи. Прекращение записи осуществляют нажатием на кнопку «Стоп».
- 8. Завершив регистрацию, сохраняют полученные данные в файл. Подчеркнем важность этого этапа, поскольку своевременное сохранение избавит от

недоразумений, связанных с ошибочными действиями во время обработки данных и проведения других операций. Для сохранения данных в меню «Файл» выбирают пункт «Сохранить». В названии файла удобно указывать название лабораторной работы и данные по испытуемому, например: «Сфигмография Иванов.рgc».

- 9. Для анализа полученных данных выделяют интересующий участок кривой, затем в меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений» (рис.5). В возникшем окне можно произвести ряд вычислений. Вычисления подразделяются по категориям, а в каждой категории существует разделение на функции. Выбрав необходимую категорию, отмечают одну или несколько функций, а затем нажимают на изображение шестеренки (F5 или «Функция-Вычислить»). В свободном поле появляются данные измерений⁷. Если требуется, переходят в другую категорию и повторяют перечисленные шаги. Данные об измерениях, согласно протоколу лабораторной работы, вносят в таблицы. Для перехода к следующему участку кривой это окно закрывают.
- 10. В меню имеются и другие пункты. Их описание, а также более подробные инструкции по настройкам для определенной лабораторной работы представлены в тексте соответствующего раздела. Другие вопросы, связанные с работой в программе PowerGraph, решают с помощью встроенной в ПО справки («Меню — Помощь — Справка»).

Фиксация Биожезла на теле испытуемого

Корпус Биожезла весит 800 г, поэтому для удобства работы с устройством его необходимо закреплять на теле с помощью амуниции- чехла, разгрузочных лямок и пояса, а также текстильных застежек- липучек. Перед началом работы следует предварительно ознакомиться с амуницией и по возможности заранее потренироваться фиксировать ее на теле испытуемого или манекене. Правильный крепеж является условием получения корректных

⁷ Не забывайте проконтролировать источник данных для анализа вычислений: это окно находится справа от окошка функций.

физиологических кривых. Ниже приведем краткое руководство по работе с амуницией в типичных ситуациях.

Вначале осуществляют индивидуальную подгонку разгрузочной системы под испытуемого. Нами используются стандартные разгрузочные системы, поэтому информацию о соединении разгрузочных лямок и пояса можно получить в интернете на сайтах, посвященных туризму и военному делу. На рис. 6 мы приводим наиболее простой и легкий способ, который хорошо зарекомендовал себя на практике. В результате, лямки свободно перемещаются по поясу, их высота быстро регулируется, что важно, если работа проводится на разных испытуемых. После закрепления разгрузочной системы с помощью текстильных застежек к ней фиксируют чехол для Биожезла, либо сам Биожезл в чехле. На рис. 7-13 приведены варианты таких креплений.

Различные варианты крепления Биожезла отражены на рис. 1. Застежки такого



Рис. 6. Соединение пояса и разгрузочной лямки петлей, подгонка лямки по высоте с помощью пластиковых фиксаторов

типа (рис. 7) дают прочное соединение, они позволяет надежно фиксировать Биожезл на теле испытуемых с различными анатомическими особенностями. Текстильные застежки закрепляют: на разгрузочных лямках (рис. 8), на поясе (рис. 9), на чехле, другой застежке или конечности (рис. 10-14).



Рис. 7. Текстильная застежка-липучка и принцип ее работы



Рис. 8. Схема установки застежки на разгрузочной лямке



Рис. 9. Создание круговой лямки из застежки на поясе для фиксации чехла



Рис. 10. Схема установки застежки в виде кольца на чехле



Рис. 11. Схема установки чехла на разгрузочном поясе



Рис. 12. Способ крепления чехла на конечности или другой застежке



Рис. 13. Способ крепления чехла на длинной застежке

Если чехол с Биожезлом необходимо закрепить на конечностях, его фиксируют на *внутренних поверхностях* предплечья и голени (рис. 14). Только так Биожезл не меняет своего положения при движениях.



Рис. 14. Схема правильного крепления чехла на внутренних поверхностях предплечья и голени

Ответы на часто возникающие вопросы по работе с системой Биожезл и ПО PowerGraph

1. При закреплении в чехле на конечностях, Биожезл подвижен и сваливается. Возможно, неправильно выбран размер застежек. Выберите подходящие по размеру текстильные застежки, примерив их на теле испытуемого. Отрегулируйте их размер, правильность фиксации проверяйте, используя рис. 6-14.

2. При подсоединении разъема к Биожезлу не горит индикатор.

Разрядился аккумулятор Биожезла. Используйте кабель-переходник « З» для зарядки устройства: на корпусе загорится красный индикатор. После полной зарядки устройства индикатор должен погаснуть.

3. При запуске ПО PowerGraph и выборе Biorecorder системе не удается обнаружить выбранное устройство.

Возможна ошибка сопряжения устройства с компьютером. Возникает в ряде случаев: после перехода компьютера в спящий режим, в случае запуска ПО сразу или до включения Биожезла, после длительного простоя Биожезла во включенном состоянии без регистрации. Закройте программу PowerGraph. Отсоедините и вновь присоедините датчик у Биожезла, снова запустите PowerGraph. Если проблема остается, извлеките и вновь подсоедините Bluetooth-приемник к разъему USB.

4. Записанные кривые имеют нетипичный вид.

Проверьте правильность загрузки настроек: сбросьте их, загрузите вновь и повторите запись. Проверьте соответствие маркировки разъема данной лабораторной работе и загруженным настройкам. Замените датчик на требуемый и продолжите запись.

5. Запись выглядит зашумленной: на фоне полезного сигнала отображаются постоянные высокочастотные колебания.

Регистрируются помехи. Существуют две основные причины возникновения помех:

 а) плохой контакт электродов с тканями или отрыв электрода. Переставьте электроды, ориентируясь на рекомендации, указанные в работе «1.1 Динамометрия и электромиография».

б) наличие электромагнитных помех. Измените положение испытуемого по отношению к компьютеру, выключите мобильные средства связи вблизи испытуемого или перенесите проведение опытов в другое помещение.

6. Во время записи кривые исчезли с экрана.

Сигнал вышел за пределы поля зрения. Перейдите на шкалу амплитуды (рис. 3.С), подсветите курсором номер интересующего канала, уменьшите масштаб отображения (нажмите на значок лупы на панели инструментов со знаком минус или с помощью сочетания клавиш Ctrl и минус), используйте прокрутку самой шкалы амплитуды (грубая подстройка), а также полосу прокрутки графического дисплея (рис. 3.В) (тонкая подстройка). Для поиска кривой во время записи удобно ориентироваться на значения для Ch1 и Ch2, которые отображаются на информационной панели (рис. 3.Е.) только во время регистрации.

7. При попытке изменить масштаб элементом «лупа» с графиком ничего не происходит.

Выделен другой канал, он и масштабируется, но при этом сигнал вышел за пределы поля зрения. Перейдите на шкалу амплитуды и проверьте, выделен ли там интересующий канал, далее- см. предыдущий пункт.

8. Во время записи кривая стоит на месте, двигается лишь бегунок полосы прокрутки на шкале времени.

Включен режим просмотра при записи. Отожмите кнопку с изображением графиков (она расположена справа от кнопки «Старт»). Отображение во время записи восстановится.

9. Как проставить метку с комментарием во время записи?

Во время записи внизу панели инструментов появляется окно для ввода комментария. Текст комментария вводят заранее, чтобы проставить метку на кривую нажимают клавишу «Ввод».⁸

10. Как проставить метку с комментарием после остановки записи?

Выделяют интересующий фрагмент кривой. Нажимают правую кнопку мыши. В ниспадающем меню выбрать пункт «Добавить комментарий». Образуется окно, где вверху указывают текст комментария, ниже- его местоположение (в начале, конце или посередине выделения, в точках максимума или минимума). Выбирают нужный пункт и нажимают кнопку «Добавить».

11. Как удалить метку с комментарием?

Выделяют область с меткой, которую планируется удалить, нажимают правую кнопку мыши, в выпавшем меню выбирают пункт «Удалить комментарий».

12. Клавиша «Ввод» не проставляет метки с комментариями при нажатии.

Поле введения комментария неактивно. Наведите курсор на область комментария и нажмите левую клавишу мышки. В конце строки с комментарием, замигает курсор. Теперь нажатие клавиши «Ввод» будет сопровождаться меткой.

13. Как распечатать кривые, в особенности интересующий фрагмент записи? После нажатия на кнопку панели управления с изображением принтера началась распечатка всего файла.

Отмасштабируйте кривые: по вертикали используйте инструмент «Лупа», по горизонтали значки «+» и «-» на шкале времени. Выделите нужный фрагмент записи, выберите в меню «Файл» пункт «Предварительный просмотр». Возникнет окно с изображением, которое можно распечатать или сохранить («Файл»- «Сохранить») в графическом формате *.emf. Если кривые выделены не будут, то в предварительном просмотре окажется вся запись постранично.

⁸ В активном окне комментария после текста мигает курсор. Если окно комментария неактивно, то метка не проставится.

Листая страницы, можно выбрать нужный участок. На кривые также можно добавить / убрать шкалу значений, времени и комментарии⁹.

Ответы на другие вопросы, связанные с ПО PowerGraph, можно найти в меню «Помощь» — «Справка» либо на сайте производителя ПО в разделе «Описание ПО «PowerGraph» (<u>http://www.powergraph.ru/soft/pgview.asp</u>)

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Измайлов Д.Ю. О программном обеспечении «PowerGraph» [Электронный pecypc] / Д.Ю. Измайлов. URL: <u>http://powergraph.ru/soft/</u> pub.asp#PowerGraph
- 2. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.
- 3. Трощенко А.Г. Беспроводной 8-ми канальный усилитель биопотенциалов «BR8»/ А.Г. Трощенко. URL: http://biorecorder.com/ru/br8v1.html
- Bieganowska K, Kaszuba A, Bieganowski M, Kaczmarek K. Pocket ECG: A New Noninvasive Method for Continuous and Real-Time ECG Monitoring-Initial Results in Children and Adolescents /Pediatr Cardiol. – 2017. Vol. 38, № 3. – P. 448-455.
- Maheshkumar K, Dilara K, Maruthy KN, Sundareswaren L. Validation of PCbased Sound Card with Biopac for Digitalization of ECG Recording in Shortterm HRV Analysis /N. Am. J. Med. Sci. - 2016 Vol. 8, №7. – P. 307-311.
- Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации" от 21.11.2011 N 323-ФЗ

⁹ Операции с данными элементами находятся на панели управления окна предварительного просмотра.

1.1 «Динамометрия и электромиография»

Динамометрия представляет собой метод измерения силы мышечных сокращений. Поскольку определение усилий, развиваемых отдельной мышцей, является сложновыполнимой задачей, на практике исследуют силу отдельных групп мышц (например сгибателей предплечья) при изометрическом сокращении. Для этого используют электронные или механические динамометры. В качестве критериев оценки мышечной силы используют показания динамометров при произвольных максимальных сокращениях. Динамометрия нашла широкое применение в антропометрических исследованиях, спортивной медицине и неврологии.

Электромиография - метод исследования электрических потенциалов мышц и мионевральных синапсов. Электромиография часто используется для диагностики заболеваний спинного мозга, нервов, мышц и нарушений нервномышечной передачи. Нейромоторный аппарат, обеспечивающий произвольные движения состоит из двигательных единиц, куда входят один мотонейрон и иннервируемая им группа мышечных волокон. Во время движений одновременно возбуждается несколько мотонейронов, образующих мотонейронный пул. На электромиограмме (ЭМГ) фиксируются не только колебания потенциалов мембраны мышечных клеток, но и потенциалы концевых пластинок. При увеличении силы сокращения мышцы наблюдается усиление сигнала ЭМГ- феномен вовлечения, связанный с увеличением количества одновременно возбуждённых двигательных единиц.

В клинике для регистрации ЭМГ применяют два способа отведения биопотенциалов- игольчатыми и накожными электродами. С помощью накожного электрода можно регистрировать лишь суммарную активность мышц, представляющую интерференцию потенциалов действия нескольких тысяч мышечных клеток.

Метод поверхностных отведений биопотенциалов отличается атравматичностью, простотой обращения с электродами, отсутствием опасности проникновения инфекции. Однако для диагностических целей чаще

- 24 -

используют игольчатые электроды, с помощью которых удается зарегистрировать потенциалы патологических явлений: фибрилляций и фасцикуляций.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной работе отражены в таблице 1.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.			
Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Ионно- мембранные механизмы биоэлектрических явлений в скелетных мышцах. Строение и состав двигательных единиц.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Природу сигналов, регистрируемых ЭМГ и динамометром. Роль феномена вовлечения в мышечном сокрашении	Снимать поверхностную ЭМГ с мышц предплечья. Регистрировать механическую активность скелетных мышц при изометрических сокращениях	Методикой одновременной регистрации ЭМГ и динамической динамометрии

Задачи исследования:

- 1. Зарегистрировать фоновую активность мышц-сгибателей предплечья в покое.
- 2. Исследовать феномен вовлечения в скелетной мышце.
- 3. Сравнить силу мышц предплечья правой и левой рук

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДЭ
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»
- компьютер с ОС Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Комплект одноразовых электродов (6 шт.)
- Электродный гель

Работу проводят вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДЭ.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. На предплечья испытуемого наклеивают одноразовые электроды, как на рисунке 1: верхняя пара электродов устанавливается в верхней трети предплечья над брюшком поверхностного сгибателя пальцев как можно ближе друг к другу, ориентируясь на линию, соединяющую локтевой и шиловидный отростки, электрод заземления фиксируют на тыльной поверхности в области запястья. Места установки электродов следует предварительно обезжирить спиртсодержащей жидкостью. Для лучшего контакта, перед наклеиванием электрода, на его подушечку наносят несколько капель электродного геля. После наклеивания присоединяют провода согласно схеме на рис.1.



Рис.1 Схема расположения электродов на предплечье

- 6. Испытуемый захватывает Биожезл ладонью обследуемой конечности (как на рис. 1.7 вводного раздела): в руку берется половина, где находится компрессионная камера. Узнать компрессионную камеру можно по наличии колпачка. Откручивают колпачок и выжидают в течение 3-5 мин, прогревая ладонью корпус прибора.
- Испытуемый усаживается на стул, рука с Биожезлом согнута в локтевом суставе, тыльная поверхность кисти свободно лежит на бедре. Такое положение обеспечивает максимальное расслабление мышц предплечья.
- 8. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Динамометрия и ЭМГ», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи. Вверху (рис. 2) отображается канал для динамометрии, внизу- запись ЭМГ.
- Запись будет осуществляться с частотой 2 кГц. Работа состоит из трех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 11. Нажав на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию. Закручивают колпачок компрессионной камеры Биожезла. Выжидают еще 2-3 минуты

пока кривая давления не стабилизируется на одном уровне, при этом его абсолютное значение может достигать 15-20 мм рт. ст. Наблюдают также за кривой ЭМГ: пытаются добиться картины, как показано на рис. 2А. Наличие сигналов высокой амплитуды свидетельствует повышении мышечного тонуса, его необходимо уменьшить, изменяя положение конечности.



Рис.2 Динамометрия (вверху) и ЭМГ (внизу).А- фоновая электрическая активность; Б- различная степень сокращения мышц

- 12. Нажимают кнопку «Старт», в течение 3-5 с. регистрируют фоновую активность, затем испытуемого просят слегка сжать корпус Биожезла в течение 2 3 с. Не прерывая запись, просят ненадолго расслабить руку, а затем повторить цикл с умеренным, а затем и максимально возможным усилием (см. рис. 2Б). Экспериментатор нажимает на кнопку «Стоп».
- 13. Сохраняют файл и приступают к анализу данных (меню «Файл»- «Сохранить»).
- 14. Выделяют участок кривой, соотвествующий минимальному усилию. В меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений», появится вкладка из трех столбцов. В столбце "Категория" выбирают пункт «Statistics», в

столбце "Функция" помечают параметр «Мах-Міп», в пункте «Источник данных» выделяют канал «Давление». В меню «Функция» выбирают пункт «Вычислить» или нажимают изображение шестеренки. Данные разности между максимальным и минимальным значениями амплитуды отобразятся в поле сохранения результатов. Повторяют аналогичные действия для канала ЭМГ. Для канала ЭМГ также вычисляют параметр «Absolute sum» из категории «Sum», полученные результаты заносят в таблицу 2.

- Переключают провода усилителя на противоположную конечность и повторяют исследование, начиная с п 11. настоящего руководства. Заполняют таблицу 4.
- 16. Формулируют выводы.

	Прирост давления (мм рт ст)	Амплитуда ЭМГ (мВ)	Суммарное значение амплитуды (мВ)
В покое			
Сжатие №1			
Сжатие №2			
Сжатие №3			

Таблица Ј	<u>№</u> 3	Расчет п	оказателей	сокращений	і для м	иышц і	предплечья
правой ве	рхне	ей конечн	ости.				

Таблица № 4 Расчет показателей сокращений для мышц предплечья левой верхней конечности.

	Прирост давления (мм рт ст)	Амплитуда ЭМГ (мВ)	Суммарное значение амплитуды (мВ)
В покое			
Сжатие №1			
Сжатие №2			
Сжатие №3			

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Юсевич Ю. С., Очерки по клинической электромиографии, М., «Медицина», 1972; 1992. 95 С.
- Кучук А.В., Мясников И.Л., Ермакова Н.В., Свешников Д.С., Торшин В.И., Торшин В.И. (ред.) Электромиография. /Методическое пособие / М. : РУДН, 2014. – 11 с.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8 для Windows.

1.2. «Измерение электромеханической задержки при произвольных изометрических сокращениях сгибателей предплечья»

Электромеханическая задержка представляет собой период времени от начала всплеска электрической активности мышц до развития сокращения мышцы. С точки зрения физиологии мышечного сокращения и биомеханики, электромеханическая задержка включает в себя: временные затраты, связанные с распространением возбуждения от концевых пластинок в толщу мышцы, механическими процессами, направленными на преодоление пассивных эластических свойств миоцитов, а также сухожилий, с помощью которых мышцы прикрепляются к надкостнице. Начальная длина мышцы прямо пропорциональна величине задержки, так как увеличивается механическая составляющая и на преодоление эластических свойств мышце приходится затрачивать дополнительное время. Наличие высокого мышечного тонуса, напротив, уменьшает электромеханическую задержку.

В клинике электромеханическую задержку изучают в условиях раздражения периферических нервов, поэтому к перечисленным временным затратам проведение возбуждение по нерву и через синапс. Изучение присоединяется электромеханической задержки позволяет выявлять заболевания периферических нервов, синаптического аппарата, различную патологию двигательных систем в динамике. В спортивной медицине данный метод позволяет в динамике оценивать степень тренированности и готовности к соревнованиям. В для оценки мышечной силы используют показания динамометров при произвольных максимальных сокращениях. Динамометрия нашла широкое применение в антропометрических исследованиях, спортивной медицине и неврологии. С целью оценки электромеханической задержки одновременно регистрируют ЭМГ и показания динамометра (см. работу 1.1). Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной работе отражены в таблице 1.

- 31 -

Таблица 1. Компетенции обучающихся.			
Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Ионно- мембранные механизмы биоэлектрических явлений в скелетных мышцах.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальны х данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Принципы отведения электрических потенциалов поперечно- полосатых мышц с поверхности тела человека. Факторы, влияющие на электромеханическ ую задержку	Сопоставлять данные электрической и механической активности мышц предплечья, определять время электромеханическ ой задержки	Методикой оценки электромеханичес кой задержки скелетных мышц при произвольных сокращениях.

Задачи исследования:

- 1. Зарегистрировать и сравнить механическую и электрическую активность мышц предплечья в покое и на фоне произвольных сокращений.
- Измерить время электромеханической задержки в состоянии покоя и после физических упражнений.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДЭ
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»
- компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Комплект одноразовых электродов (3 шт.)

• Электродный гель

Работу проводят вдвоем, используется методика, почти аналогичная работе 1.1: «Динамометрия и электромиография».

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу биожезла подсоединяют датчик ДЭ.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. На предплечья испытуемого наклеивают одноразовые электроды, как на рисунке 1 из работы «Электромиография и динамометрия»: верхняя пара электродов устанавливается как можно ближе друг к другу в верхней трети предплечья над брюшком сгибателя пальцев, ориентируясь на линию, соединяющую локтевой и шиловидный отростки, нижний электрод фиксируют на тыльной поверхности в области 2 кости запястья. Места установки электродов следует предварительно обезжирить спиртсодержащей жидкостью. Для лучшего контакта, перед наклеиванием электрода, на его подушечку наносят несколько капель электродного геля. После наклеивания присоединяют провода согласно схеме на рис.1 из работы 1.1.
- 6. Испытуемый захватывает Биожезл кистью обследуемой конечности, (как на рис. 1.7 вводного раздела) помещая в ладонь половину с колпачком для выравнивания давления. Откручивают колпачок и выжидают в течение 3-5 мин, прогревая ладонью корпус прибора.
- Испытуемый усаживается на стул, рука с Биожезлом согнута в локтевом суставе, тыльная поверхность кисти свободно лежит на бедре. Такое расположение обеспечивает максимальное расслабление мышц предплечья.



Рис.1 Интерфейс программы для записи электромеханической задержки Стрелкой показано смещение шкалы показаний динамометра.

- 8. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «ЭМ задержка», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи. Вверху отображается канал динамометрии, внизу- запись ЭМГ (рис. 1).
- Запись будет осуществляться с частотой 4 кГц. Эксперимент состоит из трех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 11. Нажимают на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию. Во время регистрации закручивают колпачок компрессионной камеры динамометра.

Выжидают еще 2-3 минуты, пока кривая давления не стабилизируется на одном уровне, при этом абсолютное значение может достигать 15-20 мм рт. ст., а график на 1 канале «забрасываться» наверх. Экспериментатор должен отслеживать эти изменения и своевременно центрировать график шкалы (см. рис. 1А). Наблюдают также за кривой ЭМГ. Испытуемый должен максимально расслабить мышцы, чтобы ЭМГ соответствовала рисунку 1, Наводка на ЭМГ может быть также связана с влиянием источников электромагнитного излучения (работающего компьютера и др.). Следует попытаться уменьшить наводку, изменив местоположение испытуемого. Получив запись надлежащего качества, нажимают на кнопку «Стоп» и приступают к основному этапу регистрации.

- 12. Экспериментатор нажимает кнопку «Старт», в течение 3-5 с. регистрирует фоновую активность, затем испытуемого просят максимально сильно сжать корпус Биожезла в течение 2 – 3 с. Не прерывая запись, просят ненадолго расслабить руку, а затем повторить максимальное сжатие 3- 4 раза. Экспериментатор нажимает на кнопку "Стоп".
- Испытуемого просят не выпуская Биожезла из руки, совершить 10 энергичных приседаний, затем вновь сесть на стул в прежней позе и расслабить руку. Через 20-30 секунд после упражнений повторяют запись, как описано в п. 12.
- 14. Сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу данных.
- 15. Выделяют участок кривой, соответствующий электромеханической задержке, как это показано на рис. 2Б. Для удобства визуализации используют масштаб шкалы времени 1:5 или 1:2. Входят в меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в "Категории" выбирают "Selection"-"Selection duration". Нажимают F5 или на изображение шестеренки в меню. В поле результатов появится значение задержки. Закрывают меню "Таблицы значений", перемещаются к следующему участку кривой и повторяют указанные действия. Результаты заносят в Таблицу 2.

16. Формулируют выводы.

Таблица № 1 Расчет продолжительности электромеханической задержки при произвольном изометрическом сокращении мышц предплечья.

	Величина задержки (мс)	
Сжатие №1		На фоне относительного покоя
Сжатие №2		
Сжатие №3		
Усредненное значение		
Сжатие №1		
Сжатие №2		После физической нагрузки
Сжатие №3		
Усредненное значение		

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Begovic H, Zhou GQ, Li T [et al.] Detection of the electromechanical delay and its components during voluntary isometric contraction of the quadriceps femoris muscle. Front Physiol. 2014, № 23; vol.5, – art. № 494.
- Кучук А.В., Мясников И.Л., Ермакова Н.В., Свешников Д.С., Торшин В.И., Торшин В.И. (ред.) Электромиография. /Методическое пособие / М. : РУДН, 2014. – 11 с.
- 3. Измайлов Д.Ю. ПО Powergraph v3.3.8 для Windows.
2.1 «Измерение артериального давления по методу Рива- Роччи»

Артериальным давлением (АД) называют давление крови на стенки артерии. Измерение АД осуществляется двумя способами: прямым, когда в просвет сосуда требуется введение канюли или трубки от датчика и непрямым- с помощью сфигмоманометра. Прямой метод измерения кровяного давления чаще всего используется в экспериментах на животных, а также в ангиохирургии, в то время как непрямой способ нашел широкое применение в быту. терапевтической клинике И Непрямой метод основан на измерении давления, которое необходимо артерии чтобы приложить к стенке извне. прекратить кровоток. Одним из непрямых методов является изобретенный итальянским терапевтом и педиатром С. Рива Роччи в 1897 г. Обследуемому накладывают на плечо полую резиновую манжету, в которую нагнетают воздух до тех пор, пока давление в ней не превысит максимального давления в артерии, о чем свидетельствует исчезно-вение пульсовых колебаний в дистальных артериях. Прохождение первой пуль-совой волны будет практически соответствовать систолическому давлению. Для правильного определения АД непрямым способом необходимо, чтобы манжета располагалась на уровне сердца. Кроме того, ширина манжеты должна составлять примерно половину окружности плеча.

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой измерения АД по методу Рива-Роччи.
- Зарегистрировать и сравнить значения систолического давления у испытуемого на правой и левой руке.
- Сравнить уровни систолического давления в покое и после физических упражнений.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе отражены в таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физические основы гемодинамики	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Возможности и ограничения метода Рива-Роччи.	Измерять уровень систолического давления на правой и левой руке.	Методикой непрямого определения систолического АД у человека в покое и после физической нагрузки.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДП
- ПО «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Манжета для измерения давления
- Груша для накачивания воздуха
- Конусовидный штуцер для присоединения манжеты
- Полоска лейкопластыря
- Чехол, разгрузочный пояс и плечевые лямки с ремнями- фиксаторами

Работу проводят вдвоем

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДП.
- 4. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- Поверх одежды на испытуемого надевают плечевые лямки и пояс как на образце, указанном на рис. 1.1 и 6-11) вводного раздела. Биожезл помещают в чехол и закрепляют на лямках спереди.
- 6. У испытуемого заворачивают рукав одежды, полностью обнажая правое предплечье и частично плечо, на которое не слишком туго накладывают манжету. Манжета должна располагаться на уровне сердца.
- На основание последней фаланги на подушечку безымянного пальца правой руки полоской лейкопластыря не туго закрепляют пьезодатчик. Датчик должен прилегать к подушечке пальца чувствительной поверхностью (без маркировки).
- 8. С верхней части Биожезла скручивают колпачок и заменяют его на конусовидный штуцер, присоединяя его к трубке от манжеты. Грушу для накачивания воздуха присоединяют к другой трубке от манжеты, либо к той же трубке через тройник (зависит от конструкции манжеты в комплекте поставки).
- Испытуемый принимает удобное положение, сидя на стуле. Все измерения АД (в том числе и после физической нагрузки) проводят в положении сидя.
- 10. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- 11. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» «Измерение АД по Рива-Роччи», в результате чего возникнет поле для двухка-

нальной записи.

12. Запись будет осуществляться с частотой 2 кГц. Эксперимент состоит из 6 частей. Регистрацию начинают нажатием кнопки «Старт» и завершают нажатием на кнопку «Стоп».



Рис. 1. Кривые давления и пульса

- 13. Нажав на кнопку «Старт», производят настройку записи: отмечают записывается ли кривая артериального пульса, соответствуя рис. 1. и добиваются получения аналогичной кривой, изменяя положение датчика и регулируя прижим к коже полоской лейкопластыря.
- 14. В манжету с помощью груши накачивают воздух до уровня 160-170 мм рт. ст. Пульсация сдавленной артерии должна прекратиться. Закручивают воздушный клапан на груше.
- 15. Открывают клапан, постепенно стравливая воздух из манжеты (скорость 2-3 в мм рт ст/с). На сфигмограмме первая пульсовая волна соответствует уровню систолического давления. Экспериментатор нажимает кнопку «Стоп». Наладив пробную регистрацию, приступают к основному этапу работы.
- 16. Повторяют замеры систолического давления в покое, а затем после 20 глубоких приседаний в течение 1 мин. Останавливают запись нажатием на кнопку

«Стоп».

- 17. Перемещают манжету и пьезодатчик на левую руку. Повторяют исследования по протоколу, указанному в п.п. 13-16.
- 18. Останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп», сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и проводят анализ кривой.
- 19. Вначале анализируют участок кривой в состоянии покоя. На графике «Сфигмограмма» выделяют первую пульсовую волну, прошедшую через область сдавления артерии манжетой. Открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics выбирают функцию Maximum для графика «Давление», нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Давление Maximum со значением в мм рт ст. Это значение вносят в таблицу 2.
- 20. Повторяют аналогичное измерение для других фрагментов записи, результат также заносят в таблицу 2.

Условия эксперимента	Правая рука. Систолическое давление (мм рт. ст.)	Левая рука. Систолическое давление (мм рт. ст.)
Покой		
После физической нагрузки		

Таблица 2. Показатели систолического давле	ения в различных условиях.
--	----------------------------

22. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Мясников И.Л., Свешников Д.С., Власова И.Г. и др. Измерение и мониторинг артериального давления. Методическое руководство-М.: РУДН, 2014.- 14 с.: ил.
- 2. Практикум по нормальной физиологии / Под ред. В.И. Торшина, 612 с -М.: РУДН, 2004.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

2.2 «Измерение артериального давления по методу Н.С. Короткова»

В работе «Измерение артериального давления по методу Рива- Роччи» представлены теоретические основы определения систолического давления в артериях. В данной работе рассмотрены другие гемодинамические показатели и способы их определения.

Максимальное давление в артерии называют систолическим, минимальное- диастолическим. Разность между систолическим и диастолическим давлением называют пульсовым давлением. Важным показателем гемодинамики является и среднее артериальное давление (САД): давление крови, обеспечивающее при непрерывном движении крови такой же гемодинамический эффект, что и при пульсирующем кровотоке. Оно вычисляется по формуле: САД = диастолическое давление + 1/3 пульсового; либо САД = 1/3 систолического + 2/3 диастолического Метод Короткова относится к непрямым способам определения АД, он позволяет определить все перечисленные выше параметры гемодинамики. Аналогично методу Рива-Роччи, обследуемому накладывают на плечо полую резиновую манжету, в которую нагнетают воздух. Манжета сдавливает плечевую артерию снаружи, а манометр, соединенный с манжетой, показывает величину этого давления. Фонендоскопом выслушивают сосудистые тоны Короткова, возникающие к периферии от наложенной на плечо манжеты. Увеличение давления в манжете выше уровня систолического давления приводит к полному перекрытию просвета артерии: кровоток и звуковые явления в ней прекращаются. Постепенно выпуская воздух из манжеты отмечают момент, когда давление в ней станет чуть ниже систолического: при этом кровь в артерии преодолевает сдавленный участок и прорывается за манжету, что порождает звук турбулентного движения крови, выслушиваемый ниже манжеты (первый тон Короткова). Характерен ромбовидный рисунок кривой сосудистых шумов при дальнейшем снижении давления в манжете, амплитуда шумов вначале увеличивается, затем постепенно снижается, а когда

давление в манжете становится ниже чуть диастолического, звуки исчезают (последний тон Короткова, соответствует диастолическому давлению).

Для правильного определения АД непрямым способом необходимо, чтобы манжета располагалась на уровне сердца. Кроме того, ширина манжеты должна составлять примерно половину окружности плеча.

При помощи автоматических приборов, записывающих тоны Короткова с использованием электронной регистрации, можно производить повторные измерения через определенные промежутки времени (минимум- через 30 с), что позволяет применять данный способ измерения АД в течение длительного периода времени, например при суточном мониторинге по Холтеру.

Задачи исследования:

- 1. Зарегистрировать систолическое и диастолическое АД по методу Короткова.
- 2. Измерить, зарегистрировать и сравнить АД у испытуемого на правой и левой руке в покое и после физической нагрузки.
- 3. Сравнить изменения АД, пульсового и среднего артериального давления в покое и после физических упражнений.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе отражены в таблице 1.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДП
- ΠO «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Манжета для измерения давления
- Груша для накачивания воздуха
- Конусовидный штуцер для присоединения манжеты
- Полоска лейкопластыря
- Чехол, разгрузочный пояс и плечевые лямки с ремнями- фиксаторами Работу проводят вдвоем.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физические основы гемодинамики	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Возможности метода измерения АД по Короткову.	Измерять уровень систолического и диастолического давления на верхних конечностях. Рассчитывать пульсовое и среднее артериальное давление.	Методикой непрямого определения систолического АД по Короткову у человека в покое и после физической нагрузки. Оценивать показатели гемодинамики при различных уровнях физической активности. Методикой сопоставления результатов, полученных методом

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДП.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Поверх одежды на испытуемого надевают плечевые лямки и пояс как на образце (см. рис. 1.1 и 6-11 вводного раздела). Биожезл помещают в чехол и закрепляют на лямках спереди.
- 6. У испытуемого заворачивают рукав одежды, полностью обнажая правое предплечье и частично плечо. В нижней трети плеча, на внутренней поверхности, медиальнее головки двуглавой мышцы, пальпацией находят плечевую артерию, маркером отмечают место наложения пьезодатчика, который фиксируют полоской лейкопластыря.
- Поверх датчика не слишком туго накладывают манжету. Манжета должна располагаться на уровне сердца.
- 8. С верхней части Биожезла скручивают колпачок и заменяют его на конусовидный штуцер, присоединяя к трубке от манжеты. Грушу для накачивания воздуха присоединяют к другой трубке от манжеты, либо к той же трубке через тройник (зависит от конструкции манжеты в комплекте поставки).
- Испытуемый принимает удобное положение, сидя на стуле. Все измерения АД (в том числе и после физической нагрузки) проводят в положении сидя.
- 10. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» -«Измерение АД по Короткову», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи.

- 12. Запись будет осуществляться с частотой 2 кГц. Эксперимент состоит из 6 частей. Регистрацию начинают нажатием кнопки «Старт» и завершают нажатием на кнопку «Стоп».
- 13. В манжету с помощью груши накачивают воздух до уровня 160-170 мм рт. ст. Пульсация сдавленной артерии должна прекратиться. Закручивают воздушный клапан на груше.
- 14. Открывают клапан, постепенно стравливая воздух из манжеты (скорость 2-3 в мм рт ст/с). На одноименной кривой появляются тоны Короткова, первый соответствует уровню систолического давления, а последний- диастолическому. Останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп».



Рис. 1. Кривые давления и тонов Короткова

- 15. Наладив пробную регистрацию, как на рис 1. приступают к основному этапу работы.
- 16. Повторяют замеры АД в покое, а затем после 20 глубоких приседаний в течение 1 мин.
- 17. Перемещают манжету и пьезодатчик на левую руку. Повторяют исследования по протоколу, указанному в п.п. 13-16.

- 18. Останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп», сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и проводят анализ кривой.
- 19. Вначале анализируют участок кривой в покое. На графике «Тоны Короткова» выделяют участок от первого до последнего тонов. Открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics устанавливают галочки на функциях: Maximum, Minimum, Max-Min и 1/3Max+ 2/3Min *для графика «Давление»*, нажимают на изображение нескольких шестеренок или комбинацию Ctrl-F5 (вычислить все). В свободном поле должны отобразиться в свободном поле вычисленные параметры, где: Maximum- систолическое давление, Minimum- диастолическое давление, Max-Min- пульсовое и 1/3Max+ 2/3Min- среднее артериальное давление. Перечисленные значения вносят в таблицу 2.
- 20. Повторяют аналогичное измерение для других фрагментов записи, результат также заносят в таблицу 2.

Условия экспери мента	Правая рука		Левая рука					
	1	2	3	4	1	2	3	4
Покой								
После физичес кой нагрузки								

Таблица 2. Показатели гемодинамики в различных условиях.

Цифрами указаны показатели давления (в мм рт.ст.):

- 1. Систолическое
- 2. Диастолическое
- 3. Пульсовое
- 4. Среднее

- 21. Сопоставляют результаты с данными, полученными в работе «Измерение систолического давления по методу Рива-Роччи».¹
- 22. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Мясников И.Л., Свешников Д.С., Власова И.Г. и др. Измерение и мониторинг артериального давления. Методическое руководство-М.: РУДН, 2014.- 14 с.: ил.
- 2. Практикум по нормальной физиологии / Под ред. В.И. Торшина, 612 с -М.: РУДН, 2004.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

¹ Желательно, чтобы указанная работа проводилась на том же испытуемом

2.3 «Электрокардиография, основные параметры ЭКГ»

Электрокардиография (ЭКГ) представляет собой метод записи суммарной электрической активности сердца с помощью электродов, лежащих на поверхности тела.



Рис.1. Элементы ЭКГ(по Н.Н. Алипову, 2008)

На ЭКГ выделяют зубцы, сегменты и интервалы.

Зубец ЭКГ — это отклонения кривой ЭКГ от изолинии вниз или вверх. Выделяют шесть зубцов, обозначаемых последовательными латинскими буквами, начиная от Р:

зубец Р отражает деполяризацию предсердий, его продолжительность должна быть меньше 0,12 с;

зубцы Q, R, S отражают деполяризацию желудочков, они формируют комплекс QRS. Длительность QRS- комплекса составляет 0,07-0,1 с.

зубец Т отражает реполяризацию желудочков;

зубец U непостоянный; происхождение его спорно (согласно разным гипотезам, он отражает реполяризацию волокон Пуркинье, либо замедленную реполяризацию некоторых клеток миокарда, или так называемые поздние постдеполяризации — колебания мембранного потенциала после окончания потенциала действия).

Сегмент ЭКГ— участок изолинии между окончанием одного зубца и началом другого.

Интервалом ЭКГ называют любой временной промежуток на ЭКГ,

включающий, по меньшей мере, один зубец и один сегмент. Клинически важными являются интервалы R-R (1 - 0,66 с) и P-R (P-Q) 0,12 - 0,2 с.

Последовательность возбуждения в камерах сердца следующая:

Вначале возбуждение охватывает предсердия, в это время регистрируется зубец Р. Далее возбуждение медленно распространяется по атриовентрикулярному узлу. Электрическая активность при этом слишком слабая, чтобы ее можно было зарегистрировать с поверхности тела, и на ЭКГ в это время записывается изолиния — сегмент PQ. Затем возбуждение охватывает желудочки; в это время регистрируется комплекс QRS.

В то время, как все клетки желудочков остаются деполяризованными, участков с разными потенциалами в желудочках нет; записывается изолиния — сегмент ST. Наконец наступает реполяризация желудочков; пока желудочки полностью не реполяризовались, регистрируется зубец Т.

ЭКГ регистрируется в отведениях. Отведением называют совокупность, как минимум, двух электродов, с помощью которых регистрируется разность потенциалов создаваемая электрическим полем сердца. Воображаемая прямая, соединяющая эти два электрода, называется осью отведения. Ось каждого отведения характеризуется полярностью и направлением, рис. 2.



Рис. 2. Взаимное расположение осей отведений во фронтальной плоскости (по Н.Н. Алипову, 2008)

Отображение электрических процессов на оси отведений формируют вектора. Суммарный вектор деполяризации желудочков называют электрической осью сердца, ее положение отражают в градусах. (рис.2). Различают: нормальное положение — +30— +70° (отмечено серым сектором на рис. 2); горизонтальное положение — 0— +30°; вертикальное положение — +70— +90°;

Самый простой способ измерения электрической оси следующий: направление электрической оси сердца примерно совпадает с осью того отведения, в котором амплитуда комплекса QRS максимальна. При этом под амплитудой комплекса QRS следует понимать абсолютную алгебраическую сумму всех его зубцов. Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе отражены в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Зарегистрировать ЭКГ в стандартных отведениях.
- 2. Определить продолжительность основных интервалов ЭКГ
- 3. Подсчитать частоту сердечных сокращений
- 4. Определить положение электрической оси сердца.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ЭМ
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Кушетка
- Электродный гель
- Одноразовые электроды (4 шт.)
- Чехол, комплект текстильных застежек

Таблица 1. Компетенции обучающихся.						
Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть			
Необходимые для выполнения работы	Ионно- мембранные механизмы биоэлектрических явлений в различных видах миокардиоцитов. Принципы регистрации данных с помощью компьютерных	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows			
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Принципы отведения электрических потенциалов, генерируемых сердцем, с поверхности тела человека.	Регистрировать ЭКГ в трех стандартных отведениях Распознавание зубцов, сегментов и интервалов ЭКГ	Определением источника ритма сердца по ЭКГ Подсчетом ЧСС по ЭКГ Определением электрической оси сердца			

• Транспортир, угольник, карандаш.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ЭМ.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. На конечности испытуемого наклеивают одноразовые электроды (рис.
 3): по одному на ладонной поверхности над лучезапястными суставами и

один над левой и правой щиколотками.

6. Для наилучшего прилегания электродов их следует разместить на коже, как минимум, за 5 минут до начала записи, дополнительно добавив на подушечки несколько капель геля. Для регистрации ЭКГ в стандартных отведениях подсоединяют провода в соответствии со схемой: І отведение-«-» на правой руке, «+» на левой руке; II отведение- «-» на правой руке «+» на левой ноге; III отведение- «-» на левой руке , «+» на левой руке ; ма левой руке , «+» на левой ноге; на правую ногу прикрепляют электрод для заземления (рис. 3). В ходе



Рис. 3. Расположение электродов для снятия ЭКГ в стандартных отведениях

работы отведения будут поочередно переключаться перестановкой проводов.

7. Длинной текстильной застежкой опоясывают живот, Биожезл помещают в чехол и фиксируют к застежке, как на рис. 1.10 и рис. 12 вводного раздела.

- Испытуемого укладывают на кушетку и просят расслабиться, это необходимо для того, чтобы электрическая активность мышц не искажала сигнала ЭКГ. Биожезл укладывают рядом на кушетку, присоединяют клеммы проводов согласно I стандартному отведению.
- 9. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- 10. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «ЭКГ», в результате чего возникнет поле для одноканальной записи.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из четырех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается автоматически через 30 с.
- 12. К электроду на правой руке подсоединяют клемму с маркировкой «-», к левой – «+» (І отведение), на правую ногу накладывают заземляющий электрод. Нажимают кнопку «Старт», в течение 30 с проводят тестовую регистрацию. Внешний вид кривой должен соответствовать рис. 4. Появление

Рис. 4. Типичная ЭКГ

наводки может быть свидетельством как плохого контакта электрода с кожей, так и с клеммой провода. Проверяют контакты. Добившись положительного результата приступают к следующему этапу.

- 13. Вновь нажимают кнопку «Старт», повторяют запись в I стандартном отведении.
- 14. Снимают клемму «+» с левой руки и переставляют ее на левую ногу(II от-

ведение). Повторяют запись аналогично п.12.

- 15. Переставляют клемму «-» на левую руку (III отведение). Повторяют запись аналогично п.12.
- В главном меню выбирают «Канал»- «Сохранить вычисления» и «Файл»-«Сохранить».
- 14. Полученные фрагменты записей переименовывают: для этого в поле блоков нажимают на кнопку с обозначением треугольника, в ниспадающем меню выбирают «переименовать», заменяя значение времени записи на порядковый номер отведения (рис.5).



Рис. 5. Переименование фрагментов.

- 15. Вновь сохраняют данные (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу полученных данных. С увеличивая график с помощью инструмента «Лупа» по горизонтали и вертикали получают увеличенное изображение комплексов QRST, как на рис. 6.
- 16. Определяют источник ритма сердца. Косвенный признак возбуждения синоатриального узла- образование зубца Р на ЭКГ, QRS- комплекс возникает вслед за проведением возбуждения через атриовентрикулярный узел. Просматривают ЭКГ на экране компьютера, определяя соответствие зубца Р каждому QRS комплексу. Наличие подобного соответствия свидетельствует о синусовом ритме.



Рис. 6. Увеличенный фрагмент записи. Пример измерения зубца R

17. Измеряют амплитуды зубцов Q, R, и S. Для этого выделяют зубец, как на рис. 6. В меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений», возникнет подменю (рис.7). отдельно для каждого отведения. В категории «Statistics» выбирают функцию «Max-min».



Рис. 7. Подменю таблицы значений. Галочкой отмечен выделенный параметр.

после чего в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить». В поле сохранения результатов (рис.7) вводят названия зубцов. Каждый зубец измеряют в одном отведении, как минимум, 3 раза, вычисляя среднее арифметическое для одного зубца в данном отведении. Аналогичным образом проводят измерения во II и III отведениях.

- Вычисляют величину суммарного зубца в каждом отведении. С этой целью из положительного зубца вычитают величину отрицательных зубцов Результаты заносят в таблицу 2.
- 18. Строят диаграмму электрической оси сердца. Изображают оси двух стандартных отведений (как, например, на рис. 8). Угол между осями составляет 60⁰. На каждую ось, начиная с точки пересечения, откладывают значение суммарного зубца в этом отведении в сантиметрах (1 см = 0,1 мВ). Если суммарный зубец является положительным, то значение откладывают от точки пересечения осей по направлению оси этого отведения, если зубец отрицательный, то в противоположную сторону. От концов отложенных зубцов опускают перпендикуляр к оси данного отведения (на рисунке указан пунктиром). Точка пересечения перпендикуляров будет завершением



Рис. 8. Пример построения электрической оси сердца (по J.Hall, 2016).

электрической оси сердца, а пересечение осей – ее началом (рис.8). Измеряют угол, образованный электрической осью сердца и осью I стандартного отведения. Сравнивают полученный результат с нормой.

Таблица 2. Величина суммарного зубца для разных отведений.

№№ отведения	Сумма положительных и		
	отрицательных зубцов (мВ)		
Ι			
II			
III			

- 19. Измеряют продолжительность основных интервалов ЭКГ: PR и R-R. Для этого выделяют один интервал, в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration». Вычислив длительность одного интервала (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения для этого же интервала 5 раз, рассчитывая среднее значение. Сравнивают показатели интервалов с нормой.
- Определяют частоту сердечных сокращений. Зная продолжительность одного R-R интервала, одного цикла, рассчитывают ЧСС по формуле:

ЧСС= 60/усредненный R- R интервал (с).

Например, усредненный R-R интервал = 0,81 с, ЧСС=60/0,81=74 уд. мин.

21. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. — М., Практика 2008. — С. 295- 307.
- Мясников И.Л., Свешников Д.С., Старшинов Ю.П., Кучук А.В.
 Электрокардиография в стандартных отведениях, определение параметров ЭКГ и электрической оси сердца— М., РУДН 2013. — С. 13.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.
- Hall J. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 13 edition.-2016.-Elsevier.1168p

2.4 «Влияние физической нагрузки на показатели сейсмокардиограммы»

Сейсмокардиография (СКГ)- неинвазивный метод графической регистрации колебаний грудной стенки, вызванных работой сердца. Сейсмокардиограмма позволяет оценить частоту сердечных сокращений, получить представление об силе и координации процессов сердечного цикла, а также о соотношении фаз систолы и диастолы. Метод исследования сердца под названием «сейсмокардиография» впервые предложен саратовским инженером-сейсмологом Б.С. Боженко в 1960 году, название методики запатентовано в 1988 г. DM Salerno и JM Zanetti. В качестве датчиков используются пьезоэлектрические микрофоны; индукционные катушки; акселерометры. Характер получаемых кривых зависит как от датчиков, так и от области грудной клетки, с которой ведется регистрация. В клинической практике широкого распространения метод пока не получил, в настоящее время разрабатывается единый стандарт регистрации. В перспективе, в связи с развитием систем автоматизированной обработки сигналов и созданием портативных устройств, возможно применение данной методики в медицинской практике.

В СКГ различают два участка: высоко и низкоамплитудный. Высокоамплитудные колебания связаны с систолой, низкоамплитудные- с диастолой (см. рис.1).

Перечень знаний, умений и навыков, задействованных в работе, отражены в таблице 1.



Рис. 1. Сейсмокардиограмма и ЭКГ. МС – закрытие митрального клапана; IM– фаза изоволюметрического сокращения; АО – открытие аортального клапана; RE – фаза быстрого изгнания; АС – закрытие аортального клапана; VO – с открытие митрального клапана; RF – период быстрого наполнения; АЅ –систола предсердия (по Salerno, 1988).

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с основными принципами регистрации сейсмокардиограммы в различных условиях.
- 2. Выявить отличия СКГ в покое и при физической нагрузке

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДЭ или ДП
- ΠO «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Разгрузочная система с фиксаторами Биожезла на грудной клетке испытуемого.
- Медицинская резинка
- Комплект текстильных застежек

Работу проводят вдвоем.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Периоды и фазы сердечного цикла. Механизмы звуковых явлений, возникающих во время сердечного цикла	Интерпретиро вать данные статистической обработки эксперимента льных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Основные зубцы СКГ. Изменения сейсмокардиогра ммы, возникающие при физической нагрузке.	Регистрирова ть сейсмокардио грамму с поверхности грудной клетки.	Методикой подсчета ЧСС по СКГ

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДЭ или ДП, провода от ненужных датчиков аккуратно скручивают в кольцо, чтобы не мешали, закрепляя медицинской резинкой.

4. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.





Рис. 2. Пример СКГ

- 5. Поверх одежды, на грудную клетку испытуемого надевают разгрузочную систему, Биожезл закрепляют на лямках разгрузочной системы спереди в соответствии с рис.1.1 и 8 вводного раздела, маркировкой (мигающим индикатором) наружу.
- Испытуемый принимает удобное положение, и сидит выпрямившись на стуле. Поза на протяжении всего эксперимента изменяться не должна.
- 7. Экспериментатор запускает программу «PowerGraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- В меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки»- «Сейсмокардиография», в результате чего возникнет поле для одноканальной записи с частотой 1 кГц.

- 9. Эксперимент состоит из трех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- Испытуемого просят неглубоко вдохнуть и задержать дыхание на 10-15 с. В это время экспериментатор нажимает кнопку «Старт», и в течение всего периода задержки дыхания проводит регистрацию, затем кнопкой «Стоп» запись останавливают.
- 11. Внешний вид кривой должен соответствовать рис. 2.
- Не снимая амуниции с грудной клетки, испытуемого просят сделать
 20 энергичных приседаний, после чего усаживают на стул и просят расслабиться.
- 13. Повторяют запись, как указано в п.10.
- 14. Для улучшения внешнего вида записей в меню «Сервис Каналы и графики» выбирают пункт «Вычислить все» (Ctrl-Alt-F6).
- 15. Переименовывают полученные фрагменты записей: для этого в поле блоков нажимают на кнопку с обозначением треугольника, в ниспадающем меню выбирают «переименовать». Первый фрагмент называют, например, «покой», второй- «после физ. нагрузки». Сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить»).
- 16. Приступают к анализу полученных данных. При анализе, с помощью инструментов «Лупа» по горизонтали и вертикали получают увеличенное изображение комплекса СКГ, как на рис. 3. Выделяют высокоамплитудный (систолический) сегмент записи.
- 17. В меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений», в категории «Statistic» выбирают функцию «Мах-Міп», после чего в столбце «Функция» выбирают пункт «Вычислить» или нажимают на изображение шестеренки. В поле сохранения результатов отобразится величина амплитуды СКГ. Повторяют измерения для других фрагментов кривой, как минимум 3 раза, вычисляют среднее вначале для первого фрагмента, затем для второго. Данные заносят в Таблицу

2.



Рис. 3. Увеличенный фрагмент и меню таблицы значений.

- 18. Определяют частоту сердечных сокращений по СКГ. Для этого выделяют участок кривой между двумя максимальными зубцами (один цикл СКГ), в «Таблице значений» выбирают категорию «Selection» и функцию «Duration» в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить».
- 19. Вычислив длительность одного цикла (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения для других трех комплексов. Рассчитывают среднее значение амплитуды и частоты сердечных сокращений для каждого блока записи.
- 20. ЧСС рассчитывают по формуле:

ЧСС= 60/Усредненный интервал (с).

Например, интервал = 0,81 с, ЧСС=60/0,81=74 уд. мин.

18. Формулируют выводы.

Таблица 2 Значения амплитуды СКГ и частоты сердечных сокращений в различных условиях

Вид измерения	Покой	После физической	
		нагрузки	
Амплитуда СКГ (милли g)			
Среднее значение			
амплитуды (милли g)			
Продолжительность			
интервала СКГ (С)			
Среднее значение			
интервала (С)			
ЧСС			

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Баевский Р.М., Егоров А.Д., Казарьян Л.А. Методика сейсмокардиографии. //Кардиология.- 1964.- № 2.- С.87-89.
- Боженко Б.С. Способ сейсмокардиографии / Бюл. изобретений. 1960, №16
- Salerno D.M. et al. "Seismocardiography: A New Technique for Recording Cardiac Vibrations. Concept, Method, and initial Observations". J. of Cardiovasc. Technology, vol.9, No 2, pp.111-118.
- 4. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

2.5 «Фонокардиография и ЭКГ»

Фонокардиография (ФКГ)- запись звуковых явлений, возникающих во время сердечного цикла. Последовательность отдельных фаз сердечного цикла представлена на рис.1:



Рис. 1. Сердечный цикл. Внизу приведены схемы, отражающие состояние аортального и митрального клапанов; серые прямоугольники соответствуют закрытому состоянию. АК — аортальный клапан; МК — митральный клапан; ФКГ — фонокардиограмма; Р — давление; V — объем желудочка. (по Н.Н. Алипову, 2013)

Звуковые явления во время сердечного цикла называют тонами сердца. Источниками звуковых колебаний являются: 1) захлопывание створок клапанов; миокардиоцитов; 3) вибрация стенок желудочков; 2) сокращение 4) турбулентный ток крови. Отметим, что открытие клапанов в норме звуковыми явлениями не сопровождается. Каждый тон отличает преобладание того или иного компонента. В образовании I тона захлопывание атриовентрикулярных клапанов вносит основной вклад, тон начинается в фазу изоволюмического сокращения и продолжается до середины фазы изгнания. ІІ тон образован, в основном захлопыванием полулунных клапанов; он возникает после протодиастолы и длится весь период изоволюмического расслабления. III тон возникает во время фазы быстрого наполнения желудочка. Считается, что III тон вызван внезапным замедлением кровотока при достижении желудочком предела растяжения и вибрацией его стенок. IV тон соответствует систоле предсердий, он связан с турбулентным током крови и сокращением миокарда предсердий. Данный тон непостоянен и регистрируется редко. Метод фонокардиографии способен записать все четыре тона, а при аускультации сердца в норме выслушиваются лишь I и II тоны.

Перечень знаний, умений и навыков, задействованных в работе, отражены в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Зарегистрировать ФКГ
- 2. Отдифференцировать, как минимум І и ІІ тоны сердца на ФКГ
- 3. Определить влияние точек выслушивания на характер сигнала ФКГ
- 4. Подсчитать частоту сердечных сокращений по ФКГ

Оборудование и материалы:

• Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»

-69-

- Датчик ЭМ
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»
- Компьютер с ОС Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Медицинская кушетка
- Электродный гель
- Одноразовые электроды (3 шт.)
- Чехол и комплект текстильных застежек
- Лейкопластырь
- Маркер

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Периоды и фазы сердечного цикла. Основы электрокардиографии	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальн ых данных. Регистрировать ЭКГ.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Взаимосвязь электрических и механических процессов сердечного цикла, механизм образования различных сердечных тонов	Регистрировать фонокардиограмм у в точках аускультации сердца	Методикой дифференцировки различных тонов сердца при синхронной записи ФКГ и ЭКГ

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Работу выполняют вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ЭМ.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Испытуемого укладывают на кушетку. Биожезл помещают в чехол и прикрепляют к длинной опоясывающей текстильной застежке, как на рис.1.9 и рис. 12 вводного раздела. Испытуемого просят расслабиться. Это необходимо для того, чтобы электрическая активность мышц не искажала сигнала ЭКГ. Рубашку на груди расстегивают, открывая доступ к точкам выслушивания, размечают их на коже маркером, согласно рис 2:



Рис. 2 Точки выслушивания сердца: 1 - верхушка, митральный клапан; 2 аорта, II межреберье у грудины справа; 3 - легочная артерия, II межреберье у грудины слева; 4 - трехстворчатый клапан, основание мечевидного отростка на грудине или у ее правого края на уровне V-VI межреберья; 5 точка Боткина-Эрба, выслушивается аортальный и митральный клапаны (по В.Г. Кукесу, 2006).

- На конечности испытуемого наклеивают одноразовые электроды (см. работу 2.3): на ладонной поверхности над лучезапястным суставом левой руки и по одному над левой и правой щиколотками.
- Для наилучшего прилегания электродов их следует разместить на коже, как минимум, за 5 минут до начала записи, дополнительно добавив на подушечки несколько капель геля.
- К электродам подключают клеммы по схеме II стандартного отведения «-» на правой руке, «+» на левой ноге; на правую ногу прикрепляют электрод для заземления.
- 9. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «ЭКГ и ФКГ», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи: вверху ЭКГ, внизу ФКГ.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из 5 частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием кнопки «Стоп».
- 12. К первой токе выслушивания (рис. 2) хорошо прижав, крестообразными полосками лейкопластыря приклеивают микрофон. Нажимают кнопку «Старт», в течение 30 с проводят регистрацию первого фрагмента. Внешний вид кривой должен соответствовать рис. 3. Нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующим этапам.
- Переставляют микрофон к точке 2, продолжают регистрацию. Повторяют исследование для точек 3-5.
- 14. Завершают регистрацию нажатием кнопки «Стоп», сохраняют полученный файл (меню «Файл»- «Сохранить»), переименовывают названия различных фрагментов записи, вводя вместо времени записи порядковый номер точки выслушивания (1-5), вновь сохраняют файл и приступают к анализу полученных данных.
- 15. В дифференцировке тонов сердца существенную помощь играет ЭКГ. Выделяют участок на канале ЭКГ между двумя зубцами R. На ФКГ I тон






Рис. 3. Синхронная запись ЭКГ в I стандартном отведении (вверху) и ФКГ в точке 1 (внизу)

должен следовать сразу после зубца R. II тон визуализируется на фоне окончания зубца T, либо сразу после него. IV тон совпадает с зубцом P.

16. Измеряют амплитуды зубцов каждого тона. Для этого последовательно в каждом блоке записи выделяют фрагмент ФКГ, соответствующий каждому тону. В меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений». В категории «Statistics» для канала ФКГ выбирают функцию «Max-min», после чего в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить». В поле сохра-

Таблица 2. Амплитуда тонов сердца (мкВ)				
Точка регистрации	I тон	II тон	III тон	IV тон
1				
2				
3				
4				
5				

нения результатов вводят наименование тонов сердца (их обозначают Римскими цифрами). Аналогичным образом проводят измерения во фрагмента, соответствующих другим точкам выслушивания. Результаты заносят в таблицу 2.

16. Определяют частоту сердечных сокращений. Для этого выделяют интервал между двумя одинаковыми тонами, в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration». Вычислив длительность одного интервала (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения для этого же интервала для других участков, рассчитывая среднее значение. Зная продолжительность одного интервала, одного цикла, рассчитывают ЧСС по формуле:

ЧСС= 60/усредненный интервал (с).

Например, усредненный R-R интервал = 0,81 с, ЧСС=60/0,81=74 уд. мин.

17. Формулируют выводы

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Кукес В.Г., Маринин В. Ф., Реуцкий И. А., Сивков С. И. Врачебные методы диагностики : учеб. пособие. 2006. 720 с.
- Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. М., Практика 2013. — 496 с.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8 для Windows.

2.6 «Изменение ритма сердца при проведении различных функциональных проб, выявление дыхательной аритмии»

Глазосердечный рефлекс (рефлекс Ашнера — Даньини) — уменьшение ЧСС на несколько ударов при надавливании на глазные яблоки. Относится к сопряженным рефлексам. Рефлекс реализован за счет нервных связей на уровне ствола мозга, афферентное звено рефлекса обеспечивается ветвями тройничного нерва (главным образом n. ophtalmicus), центральное- кардиоингибиторной частью сосудодвигательного центра. Эффекторные волокна от ядра блуждающего нерва идут к сердцу, тормозя пейсмекерную активность синоатриального узла. Рефлекс хорошо выражен у новорождённых и грудных детей, что следует учитывать во время хирургических вмешательств, в частности при коррекции косоглазия. Однако этот рефлекс может наблюдаться и у взрослых, иногда приводя к стойкой брадикардии и даже к остановке сердца.

Подобный механизм реализации имеет и другого сопряженного рефлекса- рефлекса ныряльщика, возникающего при погружении лица или шеи в прохладную воду.

Массаж синокаротидной области активирует артериальный барорефлекс, он реализуется благодаря механическому воздействию на барорецепторы, находящиеся в области ветвления сонных артерий. Импульсация от рецепторов направляется к сосудодвигательному центру по чувствительной ветви языкоглоточного нерва. Активируется депрессорная и кардиоингибиторная область сосудодвигательного центра, в результате снижается симпатический тонус сосудов, снижается АД, возрастает тонус блуждающего нерва и возникает брадикардия. Дыхательная аритмия- периодическое изменение ЧСС в связи с дыханием: характеризуется увеличением частоты на вдохе и уменьшением на выдохе. Причина этого явления до конца неизвестна, однако к обусловливающим факторам относят: изменение кровенаполнения устьев полых вен и камер сердца в различные фазы дыхания, задействование артериального барорефлекса и изменение тонического влияния блуждающего нерва на сердце.

Все перечисленные рефлексы и феномены относятся к быстрым механизмам

регуляции гемодинамики и деятельности сердца.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной работе отражены в таблице 1.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.				
Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть	
Необходимые для выполнения работы	Влияние различных отделов вегетативной нервной системы на гемодинамику Физические основы гемодинамики.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows. Методикой регистрации ЭКГ в одном из стандартных отведени1	
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Нервную регуляцию деятельности сердца. Основные рефлексогенные зоны, раздражение которых влияет на гемодинамику	Вызывать: глазосердечный рефлекс, рефлекс ныряльщика и артериальный барорефлекс на фоне непрерывной регистрации ЭКГ и пневмограммы	Методикой исследования основных вегетативных рефлексов, влияющих на деятельность сердца	

Задачи исследования:

1) Вызвать: глазосердечный рефлекс, рефлекс ныряльщика и артериальный барорефлекс на фоне непрерывной регистрации ЭКГ и пневмограммы.

2) Зарегистрировать дыхательную аритмию.

3) Определить характер и степень изменений ЧСС при указанных воздействиях.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Гигиенические салфетки
- Датчик ДЭ
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Полотенце- 2 шт
- Емкость с ледяной водой
- Электродный гель
- Одноразовые электроды (3 шт.)
- Разгрузочный пояс, лямки и комплект текстильных застежек

Работу проводят втроем: испытуемый, экспериментатор и его помощник.

Ход работы:

- Знакомятся с методикой проведения электрокардиографии и пневмографии из одноименных работ.
- 2. Включают компьютер.
- 3. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 4. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДЭ.
- 5. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 6. На конечности испытуемого наклеивают одноразовые электроды как в работе 2.3, выбрав I стандартное отведение. Для наилучшего прилегания электродов их следует разместить на коже, как минимум, за 5 минут до начала записи, дополнительно добавив на подушечки несколько капель геля. ЭКГ регистрируют в I стандартном отведении «+» на правой руке, «-» на левой руке; на правую ногу прикрепляют электрод для заземления.

- 7. Поверх одежды, на грудную клетку испытуемого надевают разгрузочную систему, под разгрузочные лямки спереди помещают полностью развернутую манжету для измерения АД. Ее верхний край должен находиться на уровне 3 ребра. Снаружи манжету вместе с лямками крепят длинным ремнем на липучке (см. рис. 1.2 и 9-11 вводного раздела). Биожезл погружают вместе с проводами в чехол разъемом вниз и закрепляют его двумя кольцевыми фиксаторами на поясе.
- Испытуемый принимает удобное положение, сидя на стуле. Поза на протяжении всего эксперимента изменяться не должна, чтобы электрическая активность мышц не искажала сигнала ЭКГ. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Изменение ритма сердца при проведении функциональных проб», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи.
- 10. В манжету с помощью груши накачивают воздух до появления волн, соответствующих ритму дыхания. Закручивают воздушный клапан на груше. Для надежности, чтобы воздух не выходил из манжеты, на патрубок, идущий к груше, можно наложить зажим. Более подробно методика описана в работе «3.2 Пневмография».
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из четырех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием кнопки «Стоп».
- 12. Нажимают кнопку «Старт» и проводят тестовую регистрацию. Появление наводки может быть свидетельством как плохого контакта электрода с кожей, так и с клеммой провода. Проверяют контакты. Добившись положительного результата, как на рис. 1 приступают к следующему этапу.
- 13. Испытуемый закрывает глаза, экспериментатор помещает ладони на лице испытуемого, так что кончики больших пальцев размещаются на уровне наружных слуховых проходов, а II-IV пальцы прикрывают области глаз-



Рис. 1 Одновременная запись пневмограммы (вверху) и ЭКГ. Видно выраженное урежение ЧСС на фоне глубокого вдоха

ниц. Помощник нажимает кнопку «Старт», происходит запись фоновой ЭКГ. В строке комментариев помощник вводит: «надавливание на глазные яблоки» (рис.2).



Рис.2 Поле введения комментария.

Экспериментатор двумя руками несильно надавливает на глазные яблоки испытуемого и удерживает руки в таком положении на протяжении 7-10 с, одновременно с началом воздействия подавая голосом команду «Метка!». Находящийся за компьютером помощник нажимает клавишу «Ввод» на клавиатуре и комментарий с меткой отображается на записи. Затем в строке комментариев помощник вводит: «прекращение воздействия» и по команде экспериментатора нажимает клавишу «Ввод» снова. Запись после

воздействия продолжают не менее 20 с, затем нажимают кнопку «Стоп». Внимание! Надавливание следует производить только сомкнутой ладонью, а не отдельными пальцами, чтобы не вызвать травмы глаза у испытуемого!

- 14. Спустя 30-40 с экспериментатор перемещает ладони на шею испытуемого, нащупывает верхний край гортани и смещает пальцы от средней линии к переднему краю грудинно- ключично- сосцевидной мышцы, примерно посередине ее длины. При необходимости местоположение сонной артерии определяется пальпаторно.
- 15. Помощник нажимает кнопку «Старт», начинается следующий блок записи фоновой ЭКГ. В строке комментариев помощник вводит: «массаж синокаротидной зоны».
- 16. Кончиками II-IV пальцев, небольшими круговыми движениями, экспериментатор в течение 5-10 с массирует область над каротидным синусом испытуемого, вызывая синокаротидный барорефлекс. Одновременно с началом воздействия экспериментатор подает голосом команду «Метка!». Помощник нажимает клавишу «Ввод», проставляя метку. Не останавливая запись, в строке комментариев помощник вводит: «прекращение воздействия» и по команде экспериментатора нажимает клавишу «Ввод» снова. Запись после воздействия продолжают не менее 20 с, затем нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующему фрагменту.
- 17. Экспериментатор подготавливает мокрое полотенце, удерживая его в расправленном виде позади испытуемого, не прикасаясь к коже.
- 18. Испытуемого просят глубоко вдохнуть и задержать дыхание на 20-30с.
- 19. Помощник нажимает кнопку «Старт», начинается следующий блок записи фоновой ЭКГ. В строке комментариев помощник вводит: «рефлекс ныряльщика».
- 20. Одновременно подавая голосом команду «Метка!», экспериментатор охватывает заднюю и боковую часть шеи мокрым полотенцем, заворачивая концы на лицо и лоб и удерживая в таком состоянии в течение 15-20с. Не

останавливая запись в строке комментариев помощник вводит: «прекращение воздействия» и по команде экспериментатора, совпадающей по временем со снятием полотенца нажимает клавишу «Ввод» снова. Запись продолжают еще несколько секунд, затем экспериментатор нажимает кнопку «Стоп», испытуемый дышит свободно, его лиц и шею вытирают сухим полотенцем.

- 21. На следующем этапе работы наблюдают за феноменом дыхательной аритмии. Включают запись, в строке комментариев помощник вводит запись «спокойное дыхание» и ставит метку. Не прерывая записи, в строку комментария вводят: «глубокое дыхание», испытуемого просят сделать 5 глубоких вдохов, начало отмечают, нажимая кнопку «Ввод». Выдох не форсируют, частота дыхания определяется самим испытуемым. Останавливают запись.
- 22. В главном меню выбирают: «Канал»- «Сохранить вычисления» и «Файл»-«Сохранить».
- 23. Полученные фрагменты записей переименовывают: для этого в поле блоков нажимают на кнопку с обозначением треугольника, в ниспадающем меню выбирают «переименовать», заменяя значение времени записи на название пробы (рефлекс Ашнера, рефлекс ныряльщика и т.п.).
- 24. Вновь сохраняют данные (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу полученных данных.
- 25. Определяют частоту сердечных сокращений для каждого фрагмента. В первом блоке записи выделяют один R- R- интервал, в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration». Вычислив длительность одного R-R- интервала (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения для других 5 R-R интервалов, рассчитывая среднее значение. Зная продолжительность одного цикла, рассчитывают ЧСС по формуле: ЧСС= 60/усредненный R- R интервал (с). Например, усредненный R-R интервал = 0,81 с, ЧСС=60/0,81=74 уд. мин. Результаты заносят в таблицу 2.

26. Формулируют выводы

Таблица 2.	Сводные	значения	ЧСС и	продолжительности	R-R
интервалов	в различн	ых услови	ях.		

Феномен	Фоновые значения		Значения во время пробы	
	Длительность R-R интервала	ЧСС	Длительность R-R интервала	ЧСС
Рефлекс Ашнера				
Массаж синока- ротидной области				
Рефлекс ныряль- щика	*	*		
Глубокое дыхание (вдох)				
Глубокое дыхание (выдох)				
Спокойное дыхание (вдох)				
Спокойное дыхание (выдох)				

* На фоне задержки дыхания

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- C.O.Tan, J.A.Taylor Does respiratory sinus arrhythmia serve a buffering role for diastolic pressure fluctuations? Am J Physiol. Heart Circ. Physiol. 2010; 298(5): H1492–H1498.
- 2. P.E. Harding, D.Roman, R.F.Whelan Diving bradycardia in man J. Physiol.1965, VOI.181 (2), P. 401-409.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.

2.7 «Сфигмография»

Запись колебаний артериальной стенки, возникающих в такт сокращениям сердца, называют сфигмограммой. Механизм возникновения этих колебаний определяется периодическими изменениями артериального давления в различные фазы сердечного цикла.



Рис. 1. Сфигмограмма сонной артерии в норме: а — предсердная волна; b —с — анакрота; d — поздняя систолическая волна; e—f—g — инцизура; g — дикротическая волна, i — преданакротический зубец; be — период изгнания; ef — протодиастолический интервал.

Пульсовые колебания кровотока, давления и объема формируют пульс. При физикальном обследовании методом пальпации поверхностных артерий определяют следующие свойства пульса: частоту, ритм, высоту, скорость и напряжение.

1. Частота (нормальный или частый пульс). Частота пульса в покое у взрослых 60-80 уд/мин, у детей 5-7 лет 80-90. У спортсменов пульс замедлен. Ускорение пульса наблюдается при эмоциональном возбуждении и физической работе; при максимальной нагрузке у молодых людей частота сокращений сердца может возрастать до 250 уд/мин.

2. Ритм (ритмичный или аритмичный пульс). Ритм может меняться при дыхании. При вдохе частота возрастает, а при выдохе уменьшается, это явление носит название «дыхательной аритмии», она становится более выраженной при глубоком дыхании. Дыхательная аритмия чаще встречается у молодых лю-

дей и у лиц с лабильной вегетативной нервной системой.

3. Высота (высокий или низкий пульс). Амплитуда пульса зависит от величины ударного объема и объемной скорости кровотока в диастоле. На амплитуду влияет также эластичность амортизирующих сосудов: при одинаковом ударном объеме амплитуда пульса тем меньше, чем больше эластичность этих сосудов, и наоборот.

4. Скорость (скорый или медленный пульс). Крутизна нарастания пульсовой волны зависит от скорости изменения давления. При одинаковой частоте сокращений сердца быстрые изменения давления сопровождаются высоким пульсом, а менее быстрые – низким.

5. Напряжение (твердый или мягкий пульс). Напряжение пульса зависит главным образом от среднего артериального давления, так как эту характеристику пульса определяют по величине усилия, которое необходимо приложить для того, чтобы пульс в дистальном (расположенном ниже точки пережатия) участке сосуда исчез, а это усилие изменяется при колебаниях среднего артериального давления. По напряжению пульса можно приближенно судить о систолическом давлении. Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе отражены в таблице 1.

Задачи исследования:

- Ознакомиться с основными принципами регистрации сфигмографии в покое и после физической нагрузки.
- 2. Сравнить сфигмограммы, полученные на различных артериальных сосудах.
- 3. Определить частоту сердечных сокращений по сфигмограмме.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик П2, оснащенный двумя пьезодатчиками,
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»,
- Компьютер с ОС Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Лейкопластырь
- Электродный гель
- Разгрузочный пояс и комплект текстильных застежек
- Чехол для Биожезла
- Канцелярские зажимы

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физические осоновы гемодинамики; принципы регистрации данных с помощью компьютерных систем	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Основные отличия центральных и периферических сфигмограмм	Регистрировать сфигмограмму на центральных и периферических артериях в покое после физической нагрузки	Анализом полученных кривых; определением ЧСС по сфигмограмме

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик П2.
- 4. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. На испытуемого надевают амуницию, Биожезл помещают в чехол разъемом вверх. Чехол надежно закрепляют с помощью ленты- липучки на поясе испытуемого (см рис. 1.3 и 9-11 вводного раздела).
- Испытуемого усаживают на стул, руки вдоль туловища, ладони развернуты наружу. Испытуемого просят расслабиться.
- 7. На основание последней фаланги, на подушечку безымянного пальца левой руки полоской лейкопластыря не туго закрепляют датчик красного цвета. Датчик должен прилегать к подушечке пальца чувствительной поверхностью (без маркировки).
- 8. Нащупывают пульсацию плечевой артерии на уровне локтевого сустава. Ход артерии можно обозначить на коже маркером. В точке пульсации, двумя полосками лейкопластыря накрест закрепляют датчик черного цвета. Провода от датчиков закрепляют на одежде канцелярскими зажимами, следя за тем, чтобы при движениях не было натяжений.
- Нащупывают пульсацию наружной сонной артерии, смещаясь от средней линии к краю грудинно-ключично-сосцевидной мышцы на уровне перстневидного хряща. Ход артерии можно также обозначить на коже маркером.
- 10. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор

АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».

- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Сфигмография», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи.
- Запись будет осуществляться с частотой 2 кГц. Эксперимент состоит из трех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается вручную.
- 13. Нажимают кнопку «Старт», и проводят тестовую регистрацию. Внешний вид кривой должен соответствовать рис. 2.



Рис. 2. Типичная сфигмограмма

Отсутствие характерных колебаний, как правило, является свидетельством неправильной установки датчиков или слабого прижима к коже. Корректируют установку, пока запись не будет соответствовать рис 2. Лейкопластырь не стоит экономить: он должен обеспечивать надежное прилегание датчиков к местам пульсации артерий и удерживать датчики при движениях. Добившись положительного результата, нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующему этапу.

14. Вновь нажимают кнопку «Старт», повторяют запись в течение 30 с,

нажимают кнопку «Стоп».

- Испытуемого просят встать и сделать 20 глубоких приседаний, после чего вновь усаживают на стул.
- 16. Вновь нажимают кнопку «Старт», повторяют запись в течение 30 с, нажимают кнопку «Стоп».
- С плечевой артерии снимают датчик черного цвета и переставляют его на сонную артерию. Нажимают кнопку «Старт», повторяют запись в течение 30 с, нажимают кнопку «Стоп».
- 18. В главном меню выбирают «Канал»- «Сохранить вычисления» и «Файл»-«Сохранить». Полученные фрагменты записей переименовывают: для этого в поле блоков нажимают на кнопку с обозначением треугольника, в ниспадающем меню выбирают «переименовать», заменяя значение времени записи на «Тест», «Покой», «После нагрузки», «Сонная артерия».
- 19. Вновь сохраняют данные (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу полученных данных.
- 20. Сравнивают внешний вид сфигмограмм артерии пальца, плечевой и сонной артерий. Сходства и отличия заносят в протокол.
- 21. Измеряют амплитуду зубцов сфигмограммы. Для этого выделяют один зубец, в меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений». В категории «Statistics» выбирают функцию «Max-min», после чего в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить». В каждом фрагменте записи проводят измерение, как минимум трех зубцов, вычисляя среднее арифметическое, после чего результаты заносят в таблицу 2.
- 22. Измеряют продолжительность одного цикла сфигмограммы: с этой целью выделяют участок кривой между максимальными значениями зубцов, после чего в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration». Вычислив длительность одного цикла (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения для этого же интервала 3 раза, рассчитывая среднее значение.

Таблица 2. Величина максимальных зубцов сфигмограммы				
в разли	чных условиях	Χ.		
Название	Величина зубцов	Средняя	Частота	Название
фрагмента	(мВ)	продолжительно	сердечных	артерии
записи		сть одного цикла	сокращений	
Покой				
После				
нагрузки				
Покой				
После физической				
нагрузки				

 Определяют частоту сердечных сокращений для каждого фрагмента.
 Зная продолжительность одного цикла, одного цикла, рассчитывают ЧСС по формуле:

ЧСС= 60/продолжительность усредненного цикла (с).

Например, усредненный цикл = 0,81 с, ЧСС=60/0,81=74 уд. мин.

24. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. — М., Практика 2008. — С. 295- 307.
- Мясников И.Л., Свешников Д.С., Старшинов Ю.П., Кучук А.В. Сфигмография. под редакцией проф. В.И. Торшина. -М.:РУДН, 2013.- 12 с.: ил.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.

2.8 «Измерение скорости распространения пульсовой волны»

Пульсовой волной называют механическую волну повышенного давления, рас-пространяющуюся по артериальным сосудам. Пульсовая волна вызвана выбро-сом крови из левого желудочка в период систолы, на центральных и перифери-ческих артериях ее можно прощупать в виде пульса (см. работу 2.7 «Сфигмография»).

Распространение пульсовой волны по артериям характеризуется скоростью пульсовой волны (СПВ). СПВ исследуют в клинике для определения жесткости артериальной стенки. Для измерения СПВ используют как инвазивные, так и неинвазивные методы. По СПВ можно установить риск развития заболеваний сердечно- сосудистой и дыхательной систем, определить степень тяжести гипертонической болезни и даже дать прогноз о продолжительности жизни человека. Нормальные значения СПВ составляют 5,5-8 м/с.

Биофизически скорость пульсовой волны связана с жесткостью артериальной стенки, артериальным давлением, объемной скоростью кровотока.

Формула *Moens-Kortweg* определяет зависимость СПВ от жесткости стенки артерии:

СПВ= $\sqrt{E \times h/2r \times \rho}$, где:

Е- жесткость артериальной стенки

h- ее толщина

r- радиус артерии

ρ- плотность крови

Формулой *Bramwell и Hill* установлена связь между СПВ, АД и объемной скоростью кровотока:

СПВ=
$$\sqrt{\Delta P} \times V/\rho \times \Delta V$$
, где:

Р - артериальное давление

V- объем крови

ρ- плотность крови

Практическое определение СПВ осуществляют двумя сфигмографическими датчиками, установленными на удаленных участках одной или последователь-

- 98 -

но соединенных артерий:

СПВ= $\Delta L/\Delta t$, где:

ΔL- расстояние между датчиками

Δt- время, необходимое для прохождения пульсовой волны между датчиками Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе отражены в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой измерения скорости пульсовой волны на артериях верхней конечности.
- 2. Определить влияние физической нагрузки на СПВ.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл[®]»
- Датчик П2, оснащенный двумя пьезодатчиками,
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»,
- Компьютер с ОС Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Лейкопластырь
- Разгрузочный пояс и комплект текстильных застежек
- Чехол для Биожезла
- Канцелярские зажимы
- Смываемый маркер
- Сантиметровая лента

Таблица 1. Компетенции обучающихся.					
Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть		
Необходимые для выполнения работы	Физические основы распространения пульсовой волны по сосудам	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows		
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Принцип определения скорости распространения пульсовой волны по сосуду	Одновременно регистрировать сфигмограмму на плечевой и пальцевой артериях	Методикой расчета скорости пульсовой волны по сфигмограмме		

Ход работы:

Он практически аналогичен работе 2.7, с которой настоятельно рекомендуем предварительно ознакомиться.

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик П2.
- 4. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему

контакта.

- 5. На испытуемого надевают амуницию, Биожезл помещают в чехол разъемом вверх. Чехол надежно закрепляют с помощью ленты- липучки на поясе испытуемого (см. рис. 1.3 и 9-11 вводного раздела).
- Испытуемого усаживают на стул, руки вдоль туловища, ладони развернуты наружу. Испытуемого просят расслабиться.
- 7. На основание последней фаланги на подушечку безымянного пальца левой руки полоской лейкопластыря не туго закрепляют датчик красного цвета. Датчик должен прилегать к подушечке пальца чувствительной поверхностью (без маркировки).
- 8. Нащупывают пульсацию плечевой артерии на уровне локтевого сустава. Ход артерии можно обозначить на коже маркером. В точке пульсации, двумя полосками лейкопластыря накрест закрепляют датчик черного цвета. Провода от датчиков закрепляют на одежде канцелярскими зажимами, следя за тем, чтобы при движениях не было натяжений.
- Замеряют расстояния между центрами установленных датчиков с помощью сантиметровой ленты.
- 10. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Сфигмография», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи.
- Запись будет осуществляться с частотой 2 кГц. Эксперимент состоит из трех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается вручную.
- 13. Нажимают кнопку «Старт», и проводят тестовую регистрацию. Внешний вид кривой должен соответствовать рис. 1 работы 2.7. Проводят коррекцию полученной записи согласно методике, описанной в указанной работе. Добившись положительного результата, нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующему этапу.

- 14. Вновь нажимают кнопку «Старт», повторяют запись в течение 30 с, затем нажимают кнопку «Стоп».
- 15. В главном меню выбирают: «Файл»- «Сохранить».
- 14. Полученные фрагменты записей переименовывают: для этого в поле блоков нажимают на кнопку с обозначением треугольника, в ниспадающем меню выбирают «Переименовать», заменяя значение времени записи на «Тест», «СПВ», «Физнагрузка».
- 15. Вновь сохраняют данные (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу полученных данных.
- 16. Вычисляют время, необходимое для прохождения пульсовой волны от плечевой до пальцевой артерии в состоянии покоя. Для этого выделяют участок кривой, как на рис. 1



Рис. 1 Измерение скорости пульсовой волны. Объяснения в тексте.

- 17. Масштабируют кривые по горизонтали и вертикали с помощью элемента «Лупа», затем выделяют участок кривой, который должен содержать пики на проксимальной и дистальной артерии. Правой кнопкой мыши проставляют комментарий, выбирая пункт «максимальное значение» для канала «Дистальная артерия», а затем на том же фрагменте ставят вторую метку, выбрав аналогичный пункт уже для канала «Проксимальная артерия» (см. рис. 1). Видно, что пик на плечевой артерии опережает максимум на артерии фаланги безымянного пальца.
- 18. Повторяют расстановку меток для 2 других участков кривой.
- Выделяют кривую между метками. В меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Comments», в разделе «Функция»- пункт «Mean». Вычислив продолжительность задержки между зубцами, (Меню-Функция-Вычислить), закрывают окно таблицы значений.
- Выделяют следующий комплекс с комментариями и повторяют действия, перечисленные в предыдущем пункте. Результаты заносят в таблицу 2 и рассчитывают среднее значение времени задержки.
- 21. Рассчитывают скорость пульсовой волны по формуле:

СПВ= $\Delta L/\Delta t$, где:

ΔL-расстояние между датчиками (м)

Δt- время, необходимое для прохождения пульсовой волны между датчиками(c).

Например, если расстояние между датчиками- 0,28 м, время задержки- 0,04с, то СПВ= 0,28/0,04=7 м/с. Полученные результаты вносят в Таблицу 2.

22. На основании экспериментальных данных формулируют выводы.

Таблица 2. Продолжительность задержки между зубцами сфигмограммы и скорость пульсовой волны.				
Номер измерения	Время задержки между	Скорость пульсовой волны		
	зубцами (с)	(м/с)		
1				
2				
3				
Среднее время задержки				

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Педли Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов: Пер. с англ. — М.: Мир, 1983. — 400 с.,
- Мясников, И.Л. Свешников Д.С., Старшинов Ю.П., Кучук А.В. Сфигмография. под редакцией проф. В.И. Торшина. -М.:РУДН, 2013.- 12 с.: ил.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.

3.1 «Функциональные пробы с задержкой дыхания»

Человек способен произвольно менять параметры легочной вентиляции: от полного прекращения при задержке дыхания до 1- 2 мин. после гипервентиляции. Произвольная задержка дыхания имеет пределы, поскольку вследствие нарастающей гиперкапнии дыхательный центр инициирует выдох, а затем и вдох. Для оценки состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем используют функциональные пробы с задержкой дыхания Штанге и Генча. Они определяют максимальную продолжительность произвольной задержки дыхания после вдоха (проба Штанге) или после выдоха (проба Генча), одновременно с этим определяя частоту сердечных сокращений. В норме на уровне спокойного выдоха задержка составляет 30—40 с, на вдохе — 55—60 с; при сердечной и легочной патологии задержка уменьшается, у тренированных лиц, напротив- увеличивается, достигая и двух и более минут.

Измеряя ЧСС, определяют показатель реакции сердечно- сосудистой системы, который вычисляют, разделив ЧСС в течение первых 30 секунд после пробы на ЧСС до задержки дыхания. В норме он не должен превышать исходную частоту пульса более, чем на 20%, т.е. не быть выше 1,2.

В таблице 1 приведены компетенции обучающихся для данной работы.

Задачи исследования:

1. Провести функциональные пробы с задержкой дыхания.

2. Вычислить показатель реакции сердечно- сосудистой системы в различных условиях.

3. Оценить влияние гипервентиляции на пробы с задержкой дыхания.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Механизмы регуляции дыхания	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Особенности и отличия проб Штанге и Генча	Измерять время произвольной задержки дыхания и частоту сердечных сокращений по пульсу в различных условиях	Методикой оценки результатов проб с задержкой дыхания и показателя реакции сердечно- сосудистой системы

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДП
- ΠO «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Разгрузочная система с фиксаторами манжеты и Биожезла на теле испытуемого.
- Носовой зажим
- Зеркало 20х20 см и большего размера

Работу проводят вдвоем

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДП.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Поверх одежды, на грудную клетку испытуемого надевают разгрузочную систему, как показано на рис. 1.1 и 8 вводного раздела, закрепляют Биожезл на разгрузочных лямках спереди меткой (мигающим индикатором) кпереди, фиксируя с двух сторон кольцеобразными фиксаторами.
- 6. В лучевой области средней фаланги безымянного пальца пальпацией находят пульсирующую артерию, куда устанавливают пьезодатчик, который фиксируют, обернув палец вместе с датчиком полоской лейкопластыря.
- 7. Испытуемый принимает удобное положение, сидя на стуле. Поза на протяжении всего эксперимента изменяться не должна.
- 8. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» -«Пробы с задержкой дыхания», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из трех частей. Регистрацию начинают нажатием кнопки «Старт» и завершают нажатием на кнопку «Стоп».
- 11. Первый фрагмент- тестовая запись. Экспериментатор нажимает на кнопку «Старт», испытуемого просят дышать спокойно, а затем задержать дыхание



Рис.1 Запись пульса и дыхательных движений

на 10-15 с, после чего продолжить дыхание. На экране должна отобразиться картина, подобная рис. 1. Желаемого результата добиваются, изменяя положение датчика пульса и регулируя прижим к коже полоской лейкопластыря, а кривую записи дыхательных движений корректируют исправлением положения Биожезла на грудной клетке меткой наружу. После налаживания записи, нажимают кнопку «Стоп».

12. Вновь нажимают кнопку «Старт» и начинают проводить пробу Штанге. Испытуемого просят не торопясь сделать 3-4 вдоха и выдоха, глубиной чуть больше обычного, а затем сделать полный вдох и задержать дыхание, зажав отверстие носа рукой или наложив специальный зажим. Возможную утечку воздуха контролируют с помощью зеркала, который экспериментатор удерживает перед лицом испытуемого. Испытуемый задерживает дыхание на максимально возможный для него срок, решение прекратить задержку принимает самостоятельно. Через несколько секунд после возобновления дыхания экспериментатор нажимает на кнопку «Стоп». Испытуемый спокойно дышит в течение 1,5-2

минут, затем приступает к пробе Генча.

- 13. Эта проба проводится по аналогичной схеме, за исключением того, что ее производят после полного выдоха. Останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп».
- 14. Спустя минуту, нажимают кнопку «Старт» и просят испытуемого сделать по 5 максимальных вдохов и выдохов за 10 с. (гипервентиляция), затем повторяют пробу Штанге, нажимают кнопку «Стоп», а еще через 2 минуты после гипервентиляции вновь повторяют пробу Генча.
- 15. Нажимают кнопку «Стоп», сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу полученных данных.
- 16. Для определения времени задержки дыхания выделяют участок кривой о канала «Дыхание» от момента глубокого вдоха в пробе Штанге (выдоха в пробе Генча) до возобновления дыхания. Открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Selection выбирают функцию Duration, нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Selection duration со значением в секундах, а данные заносят в таблицу 2.
- 17. Измерение частоты пульса проводят по аналогичной методике, вычисляя данные для канала «Пульс». Для расчетов целесообразно выделять кривую пульса в области двух максимумов. Проводят 3-4 измерения, после чего вычисляют среднюю продолжительность одного цикла, данные заносят в таблицу 2.
- Определяют частоту сердечных сокращений. Зная продолжительность одного цикла, рассчитывают ЧСС по формуле:

ЧСС= 60/усредненная продолжительность одного цикла (с).

- 17. Повторяют анализ для фрагментов после гипервентиляции, данные заносят в таблицу 2.
- 18. Формулируют выводы.

Название пробы	Фоновые значения	ЧСС после	Продолжительно	Условия
	ЧСС(уд.мин)	задержки дыхания	сть задержки	эксперимента
		(уд. мин)	дыхания (с)	
		'		
Проба Штанге				На фоне
Προδα Γειμια				нормальной
Пробатенча				вентиляции
Проба Штанге				На фоне
		<u>ا</u>	<u> </u>	гипервентипяции
Проба Генча				

Таблица 2 Результаты проб с задержкой дыхания в различных условиях

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Практикум по нормальной физиологии под ред. В.И. Торшина. М., РУДН 2004. — С. 437-441.
- 2. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.
- Большая медицинская энциклопедия под ред. Б.И. Петровского изд.
 3, [Электронный ресурс]: <u>http://бмэ.opr/index.php/ДЫХАНИЕ</u>

3.2 «Регистрация пневмограммы в различных условиях»

Пневмографией называют метод регистрации дыхательных движений, а полученную кривую- пневмограммой. Запись производится с помощью датчиков, позволяющих регистрировать движения грудной клетки и изменение ее окружности (экскурсии) при вентиляции легких. Для записи пневмограммы применяют различные датчики (реостатные, тензометрические, емкостные, датчики давления), связанные с электронными усилительными и регистрирующими устройствами.

Различают нормальное дыхание (эупоноэ), редкое и глубокое (брадипноэ) и частое поверхностное (тахипноэ) У взрослых число дыхательных движений составляет 12-18 в мин, у детей этот показатель выше: у новорожденных- 40-60, в 5 лет- 24-26 в мин. Помимо частоты, пнемография позволяет определять глубину и рисунок (паттерн) дыхания. Параметры пневмограммы меняются вследствие различных причин: во время мышечной работы, при эмоциональном возбуждении и стрессе. Изменение ритма дыхания и его глубины наблюдаются также во время глотания, разговора, после задержки дыхания и т. п.

Таблица 1. Компет	Таблица 1. Компетенции обучающихся.				
Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть		
Необходимые для выполнения работы	Биомеханику дыхания. Понятие об экскурсии грудной клетки	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows		
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Влияние различных факторов на частоту и глубину дыхания	Регистрировать пневмограмму у человека в различных условиях	Методикой подсчета частоты дыхания по пневмограмме. Методикой оценки характера дыхания по данным пневмограммы		

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной работе отражены в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой пневмографии.
- 2. Зарегистрировать пневмограмму в различных условиях.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДЭ или ДП
- IIO «Powergraph 3.3X®»
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Манжета для измерения давления с грушей для накачивания воздуха
- Конический штуцер для подсоединения манжеты
- Медицинский зажим
- Разгрузочная система с текстильными застежками, чехол для Биожезла.

Работу проводят вдвоем

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДЭ или ДП, провода аккуратно скручивают в кольцо, чтобы не мешали, закрепляя медицинской резинкой.
- 4. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.

- 5. Поверх одежды, на грудную клетку испытуемого надевают разгрузочную систему, под разгрузочные лямки спереди помещают полностью развернутую манжету для измерения АД. Ее верхний край должен находиться на уровне 3 ребра. Снаружи манжету вместе с лямками закрепляют длинной текстильной застежкой, соответственно рис. 1.2 и 9-11 вводного раздела. Биожезл ориентируют разъемом вниз, погружают вместе с проводами в чехол и закрепляют его двумя кольцеобразно охватывающими фиксаторами на разгрузочном рем-не.
- 6. Испытуемый принимает удобное положение, сидя на стуле. Поза на протяжении всего эксперимента изменяться не должна.
- 7. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки»
 -«Пневмография», в результате чего возникнет поле для одноканальной записи.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из четырех частей, запись не прерывается. Регистрацию начинают нажатием кнопки «Старт» и завершают нажатием на кнопку «Стоп».
- Нажав на кнопку «Старт», производят настройку записи. В манжету с помощью груши накачивают воздух до появления волн, соответствующих ритму дыхания (обычно это происходит при давлении 8–15 мм рт. ст.). Закручивают воздушный клапан на груше.
- 11. Колпачок компрессионной камеры заменяют на конический штуцер и присоединяют его к свободному патрубку манжеты. Для надежности, чтобы воздух не выходил из манжеты, на патрубок, идущий к груше можно наложить зажим.
- 12. Выжидают 3-4 минуты, пока график стабилизируется на одном уровне, это необходимо для нагревания воздуха в манжете телом испытуемого.
- 13. После выравнивая кривой, как на рис. 1, испытуемого просят изменить характер дыхания. Последовательно регистрируют четыре участка с различными вариантами легочной вентиляции: 1) спокойное дыхания - эупное; 2) усиленное дыхания- гиперпноэ (испытуемый дышит носом и ртом); 3) ослабленное и редкое - брадипноэ; 4) дыхание во время декламации (чтения).



Рис.1 Пневмограмма

5 Or: 0 s

До: 52 s

10 Точки: 1-52001

14. Начало отдельных участков, где дыхание произвольно меняется экспериментатор отмечает, вводя в поле комментария соответствующий текст нажимая клавишу «Ввод». Продолжительность регистрации каждого участка составит 10– 15 с.¹



Рис.2 Пример измерения глубины дыхания

¹ Никогда не превышайте время гипервентиляции (10с) — это может привести к потере сознания!

- 15. Останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп», сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и проводят анализ кривой.
- 16. Для определения глубины дыхания выделяют участок кривой, соответствующий событию, выделяют один цикл (рис.2), открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics выбирают функцию Max-Min, нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись



Рис.3 Пример измерения частоты дыхания

Max-min со значением в мм рт ст. проводят по три измерения для каждой части. Усредненное значение вносят в таблицу 2.

17. Для определения частоты дыхания вычисляют продолжительность одного дыхательного цикла: выделяют участок кривой от одного пика до другого, как на рис. 3, открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Selection выбирают функцию Duration, нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Selection duration со значением в секундах.

Повторяют это действие 3 раза для каждого сегмента, рассчитывая усредненное значение продолжительности одного цикла, используемое в формуле: частота дыхания (1/мин) = 60/ усредненная продолжительность одного цикла (с), эти данные заносят в таблицу 2.

Таблица 2. Изменение частоты и глубины дыхания при различных режимах вентиляции легких

Вариант дыхания	Частота дыхания (среднее значение) 1/мин	Глубина дыхания (среднее значение) мм рт ст
Эупное		
Гиперпное		
Брадипное		

14. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Свешников Д.С., Мясников И.Л., Кучук А.В. и др. Пневмография. Методическое руководство-М.: РУДН, 2013.- 9 с.: ил.
- 2. Практикум по нормальной физиологии / Под ред. В.И. Торшина, 612 с -М.: РУДН, 2004.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.
4.1 «Определение основного обмена по формуле Рида и номограмме»

Обмен энергии между организмом и внешней средой или валовый обмен обмена и рабочей прибавки. Основным обменом состоит из основного называют энергозатраты на поддержание жизнедеятельности в покое, его величина практически всегда выше рабочей прибавки. Основной обмен измеряют в следующих условиях: 1) в положении лежа у хорошо выспавшегося человека (во время сна метаболизм значительно изменяется), 2) через 12 часов после последнего приема пищи (чтобы исключить специфическое динамическое действие пищи), 3) в состоянии психоэмоционального покоя (возбуждение сказывается на мышечном тонусе), 4) при температуре комфорта (22- 24°С, легкая одежда), 5) исключив двигательную активность за 10—15 мин до исследования. Рабочей прибавкой называют энергозатраты, связанные с повседневной нагрузкой человекатрудом и физической активностью. Величина рабочей прибавки определяет, к какой категории по энергозатратам следует относить данного субъекта.

С клинической точки зрения исследование основного обмена важнее, чем рабочей прибавки, поскольку основной обмен определяется статичными показателями: морфологией человека, полом и возрастом. Скринингисследованием, позволяющим заподозрить нарушения основного обмена, является тест на установление процента отклонения основного обмена от среднестатистической нормы по формуле Рида или номограмме (см. рис. 1):

Степень отклонения = 0,75 х (ЧСС + пульсовое давление х 0,74) - 72

За основу теста берутся показатели гемодинамики испытуемого. Хотя результаты не отличаются высокой точностью, при ряде заболеваний (например, тиреотоксикозе) являются вполне достоверными. В норме, величина отклонения основного обмена составляет до 10%. Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной работе отражены в таблице 1.



Рис. 1. Номограмма Рида

Таблица 1.	Компетенции	обучающихся.
------------	-------------	--------------

Знать	Уметь	Владеть
Основные законы	Интерпретировать данные	Анализом данных с
термодинамики.	статистической обработки	помощью ПО Powergraph
	экспериментальных	для Windows. Методикой
	данных. Измерять АД по	измерения АД по
	методу Короткова.	Короткову и подсчета ЧСС
		по пульсу
Составляюшие валового	Рассчитывать процент	Методикой скрининг-
обмена, условия	отклонения основного	диагностики нарушений
исследования основного	обмена от нормы по	обмена по показателям
обмена	формуле и номограмме	гемодинамики.
	Рида	

Задачи исследования:

- 1. Овладеть методикой скрининг-диагностики нарушений метаболизма по показателям гемодинамики.
- 2. Установить процент отклонения основного обмена по формуле и номограмме.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДП
- ΠO «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Манжета для измерения АД
- Груша от тонометра для накачивания воздуха
- Конусовидный штуцер для присоединения манжеты
- Полоска лейкопластыря
- Чехол, разгрузочный пояс и плечевые лямки с ремнями- фиксаторами
- Кушетка
- Номограмма Рида
- Линейка.

Работу проводят вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДП.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Поверх одежды на испытуемого надевают плечевые лямки и пояс. Био-

жезл помещают в чехол и закрепляют на лямках спереди (см. рис 1.9 и 8 вводного раздела). Испытуемого укладывают на кушетку и просят расслабиться в течение 3-5 мин. В течение всего исследования испытуемый не должен двигаться.

- 6. У испытуемого заворачивают рукав одежды, полностью обнажая правое предплечье и частично плечо. В нижней трети плеча, на внутренней поверхности, медиальнее головки двуглавой мышцы, пальпацией находят плечевую артерию, маркером отмечают место наложения пьезодатчика, который фиксируют полоской лейкопластыря.
- Поверх датчика не слишком туго накладывают манжету. Манжета должна располагаться на уровне сердца.
- 8. С верхней части Биожезла скручивают колпачок и заменяют его на конусовидный штуцер, присоединяя к трубке от манжеты. Грушу для накачивания



Рис.2. Запись артериального давления и пульса. Сверху вниз: АД, тоны Короткова, сфигмограмма плечевой артерии.

воздуха присоединяют к другой трубке от манжеты, или к той же трубке через тройник (зависит от конструкции манжеты в комплекте поставки).

9. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».

- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Процент отклонения от основного обмена», в результате чего возникнет поле для трехканальной записи (рис. 2).
- Запись будет осуществляться с частотой 2 кГц. Эксперимент состоит из трех частей. Регистрацию начинают нажатием кнопки «Старт» и завершают нажатием на кнопку «Стоп».
- 12. В манжету с помощью груши накачивают воздух до уровня 160-170 мм рт. ст. Пульсация сдавленной артерии должна прекратиться. Закручивают воздушный клапан на груше.
- 13. Открывают клапан, постепенно стравливая воздух из манжеты (скорость 2-3 в мм рт ст /с). На одноименной кривой появляются тоны Короткова, первый соответствует уровню систолического давления, а последний- диастолическому. Останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп».
- 14. Наладив пробную регистрацию, как на рис 2, с интервалом 1-2 мин. повторяют замеры АД.
- 15. Останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп», сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и проводят анализ кривых.
- 16. На графике «Тоны Короткова» выделяют участок от первого до последнего тонов. Открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics устанавливают галочки на функции Max-Min для графика «АД», нажимают на изображение шестеренки или комбинацию клавиш Ctrl-F5 (вычислить все), либо через меню: Меню-Функция-Вычислить. В свободном поле должен отобразиться параметр Max-Min- пульсовое давление. Повторяют аналогичное измерение для других фрагментов записи, результат также заносят в таблицу 2.
- 17. Вычисляют ЧСС по сфигмограмме: с этой целью выделяют участок кривой между максимальными значениями зубцов, после чего в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration». Вычислив длительность одного цикла (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения еще для двух других интервалов, рассчитывая среднее значение. Определяют частоту

сердечных сокращений. Зная продолжительность одного цикла, одного цикла, па, рассчитывают ЧСС по формуле:

ЧСС= 60/продолжительность усредненного цикла(с).

Показатель	Порядковый номер измерения			Усредненное значение
	1	2	3	
Пульсовое давление				
ЧСС				

Таблица 2. Пульсовое давление и ЧСС.

- 19. Рассчитывают процент отклонения основного обмена от нормальной величины. Используют формулу Рида или номограмму (рис. 1). Для пользования номограммой линейкой соединяют шкалу пульсового давления со шкалой пульса. Пересечение со шкалой посередине укажет на процент отклонения основного обмена.
- 20. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Дегтярев В. П., Кушнарева Г. В., Фенькина Р.П. и др. Руководство к практическим занятиям по физиологии: Учеб, пособие Под ред. Г. И. Косицкого, В. А. Полянцева. М.: Медицина, 1988.— С. 215-217
- 2. Мясников И.Л., Свешников Д.С., Власова И.Г. и др. Измерение и мониторинг артериального давления. Методическое руководство-М.: РУДН, 2014.- 14 с.: ил.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО PowerGraph 3.3X for Windows.

4.2 «Термометрия»

Температура тела человека постоянно поддерживается на определенном уровне и относится к физиологическим константам организма. Колебания температуры тела, вызванные изменениями внешней среды, выражены в значительно большей степени вблизи поверхности тела и на периферии конечностей, поэтому выделя-ют «пойкилотермную» оболочку И «гомойотермное» ядро. При охлаждающем действии температуры внешней среды величина ядра уменьшается, а при согревании возрастает (рис. 1). Наиболее близко среднее значение температуры ядра тела отражает температура крови в полостях сердца, аорте и других крупных сосудах. В связи с неравномерностью геометрических форм человеческого тела пространственное распределение температуры тела описывается сложной трехмерной функцией, однако в качестве показателя температуры глубоких тканей тела в клинической медицине используют значения ректальной, подъязычной и подмышечной температуры.



Рис.1. Температура различных областей тела человека при различной температуре воздуха: а- 20°С; б-35°С. Показаны изотермы (линии, соединяющие точки с одинаковой температурой). При 20°С между внутренней областью тела (ядром, заштриховано) и поверхностью (оболочкой) существуют резкие перепады температуры. При 35 °С внутренняя область распространяется на конечности (по П. Стерки, 1984)

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе, отражены в таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физические и физиологические основы терморегуляции.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальн ых данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Точки измерения центральной и периферической температуры тела человека	Измерять температуру ядра и термической оболочки в различных условиях	Анализом факторов, влияющих на процессы теплоотдачи и оценивать воздействие данных факторов на центральную и периферическую температуру

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой термометрии у человека.
- 2. Измерить центральную и периферическую температуру.
- 3. Изучить влияние охлаждения и нагревания кожных покровов на периферическую и центральную температуру тела.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл[®]»
- Датчик Т2
- ПО «Powergraph 3.3X®»

- компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Разгрузочный пояс, чехол для Биожезла и комплект текстильных застежек
- Влажные антисептические салфетки для протирания термодатчиков
- 2 пластиковые бутылки, заполненные прохладной (10-15°С) и горячей (45°)С водой.
- Полоска лейкопластыря
- Кусок теплоизоляционного материала (пенопласт, пенофол и пр.) Работу проводят вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик Т2.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. На испытуемого надевают разгрузочный пояс. Биожезл помещают в че-хол разъемом вверх и закрепляют на поясе в соответствии с рис. 1.3, 8-11 вводного раздела. Во время исследования испытуемый сидит на стуле, расслабившись.
- 6. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки»
 «Термометрия», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из нескольких частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».

- 9. Нажав на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию, в ходе которой измеряют температуру воды в бутылках. Термодатчики прижимают к поверхности бутылок на 3-4 минуты, отмечая момент стабилизации температуры. Нажимают на кнопку «Стоп». Заносят показания температуры воды в таблицу 2. Термодатчики перемещают на тело испытуемого.
- На дистальную фалангу среднего пальца руки, чувствительной стороной к ладонной поверхности с помощью полоски лейкопластыря крепят термодатчик с изображением двух термометров. Он будет измерять периферическую температуру.
- На шею над вырезкой грудины пластырем крепят термодатчик с изображением одного термометра, он предназначен для измерения центральной температуры¹.
- Нажимают кнопку «Старт» и проводят второй этап исследования. Выжидают
 4-6 минут для выхода кривых на стабильный уровень.
- 13. В поле «Комментарий» экспериментатор вводит «Горячая вода» и нажимает клавишу «Ввод», одновременно с этим в руку вкладывают емкость с горячей водой. Палец с термодатчиком изолируют от контакта с емкостью с помощью кусочка теплоизолятора, который предварительно наклеивают на бутылку. Ведут запись в течение 6-7 минут, затем заменяют емкость с горячей водой на холодную, что отмечают соответствующей меткой. Спустя еще 6-7 минут нажимают кнопку «Стоп», и сохраняют файл (меню «Файл»-«Сохранить») и приступают к анализу данных.
- 16. При анализе, во втором записанном блоке, последовательно проводят замеры начальной температуры на фоне горячей и холодной воды. Выделяют участки кривой участки со стабильной температурой, продолжительностью 30-40с. Выделив один такой участок, в меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics выбирают функцию Mean на канале «Центральная температура», нажимают на изображение шестеренки или

 $^{^1}$ Место нетипичное, оно выбрано лишь для облегчения доступа, температура здесь ниже, чем в подмышечной впадине на 1,5 °C

клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле. Повторяют действие, выбрав в качестве источника данных канал «Периферическая температура». Заносят полученные данные в таблицу 2, закрывают окно, выделяют другой участок кривой после метки и повторяют действия в той же последовательности.

Таблица 2. Центральная и периферическая температура в различных условиях			
Условия проведения эксперимента	Центральная температура (°С)	Периферическая температура (°C)	
Интактное состояние			
Горячая вода (температура°С)			
Холодная вода (температура°С)			

18. Анализируют результаты и формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Агаджанян Н. А., Власова И. Г., Ермакова Н. В., Торшин В. И., и др.; Основы физиологии человека : учебник. 2 т. Изд. 5-е, перераб. и доп. / под ред. В. И. Торшина. Москва : РУДН, 2017 С. 186-190.
- 2. Н. А. Агаджанян, Щельцын Л.К., В. И. Торшин, и др.; Практикум по нормальной физиологии / Под ред. В.И. Торшина, -М.: РУДН, 2004 — С. 264-265.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

4.3 «Опыт Броун- Секара»

Поддержание определенной температуры тела у человека, который относится к гомойотерным организмам, обеспечивается за счет нервного центра терморегу-ляции, находящегося в гипоталамусе. В составе гипоталамуса находятся цен-тры теплообразования И теплооотдачи. Афферентная информация поступает в гипоталамус от центральных терморецепторов, главным образом расположен-ных в самом гипоталамусе (передний отдел) и периферических- расположенных в покровах тела и внутренних органах. Центральные терморецепторы гипоталамуса и регистрируют температуру циркулирующей обеспечивая крови, регуляцию по отклонению, периферические терморецепторы расположены в коже и слизистой, их основная задача информировать центры терморегуляции



Рис. 1. Роль гипоталамуса в терморегуляции (по Н.Н. Алипову, 2013)

об изменениях температуры оболочки тела, т. е. тогда, когда температура ядра еще не изменилась, обеспечивая таким образом регуляцию по опережению.

Центры терморегуляции способны изменять как теплопродукцию, так и теплоотдачу.

Продукция тепла осуществляется за счет двух механизмов термогенеза: сократительного (связанного с сокращением скелетных мышц) и несократительного, обеспечиваемого митохондриальными окислительными реакциями различных клеток. Процесс теплоотдачи представлен: излучением, испарением, теплопередачей и конвекцией, при этом излучение составляет до 65 % теплоотдачи. Излучение осуществляется испусканием с поверхности кожи тепловых инфракрасных волн и напрямую зависит от сосудистого тонуса. При вазодилатации излучение возрастает, а при вазоконстрикции уменьшается.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе, отражены в таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Регуляцию процесса теплообразования и теплоотдачи. Механизмы регуляции сосудистого тонуса	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальн ых данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows Навыками термометрии.
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Виды и механизмы теплоотдачи	Выполнять эксперимент Броун- Секара оценивать вклад нервной системы в реализацию вызываемых реакций	Методикой выявления нервных приспособительных реакции, направленных на поддержание постоянства температуры тела

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Задачи исследования:

- 1. Повторить оригинальный эксперимент Броун- Секара.
- 2. Установить механизм, влияющий на регуляцию теплоотдачи.
- 3. Определить к какому типу регуляции относится выявленный механизм.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл[®]»
- Датчик Т2
- ΠO «Powergraph 3.3X®»
- компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Разгрузочный пояс и комплект текстильных застежек для фиксации
 Биожезла на поясе
- Влажные антисептические салфетки для протирания термодатчиков
- Кусок льда с плоской поверхностью 25х15 см
- Полоска лейкопластыря

Работу проводят вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик Т2.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет нет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора.

Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.

- 5. На испытуемого надевают разгрузочный пояс. Биожезл помещают в че-хол и закрепляют на поясе в соответствии с рис. 1.4 и 12-14 вводного раздела. Во время исследования испытуемый сидит на стуле, расслабившись.
- 6. В помещении, где проводится эксперимент температура воздуха должна составлять не менее 22°С и отсутствовать сквозняки. Кисти испытуемого должны быть теплыми, в противном случае следует их растереть или подержать в течении 2 минут под струей теплой воды, а затем насухо вытереть полотенцем.
- На дистальную фалангу среднего пальца руки, чувствительной стороной к ладонной поверхности с помощью полоски лейкопластыря крепят термодатчик с изображением двух термометров. Он будет измерять периферическую температуру.
- На шею над вырезкой грудины пластырем крепят термодатчик с изображением одного термометра, он предназначен для измерения центральной температуры.
- 9. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор



Рис. 2 Общий вид кривых термометрии. Сверху вниз: температура шеи, температура кончика пальца. А- до холодового воздействия; Б- в ходе воздействия.

АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».

- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Термометрия», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи. Вверху отображается значение температуры шеи, внизу кончика пальца (рис. 2)
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из нескольких частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 12. Нажав на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию, в ходе которой проверяют работоспособность термодатчиков и настраивают масштаб кривых с помощью инструмента «лупа». Контролируют температуру пальцев кисти она не должна быть менее 29°С. Если данное условие не выполнено, исправляют ситуацию (см. п. 6). Получив соответствующие кривые, нажимают кнопку «Стоп».
- 13. Нажимают кнопку «Старт» и проводят второй этап исследования. На поверхность стола, за которым сидит испытуемый, в лоток выкладывают плоский кусок льда. В течение 5-6 минут регистрируют центральную и периферическую температуру. Останавливают запись.
- Испытуемый по команде помещает свободную от датчика ладонь на поверхность льда, удерживая ее так в течение 1-2 минут. Через 1-2 минуты возобновляют запись. В течение 2-3 минут наблюдают за реакцией (рис. 2, Б), после стабилизации температуры экспериментатор нажимает кнопку «Стоп», а испытуемый убирает руку со льда.¹
- 15. Переименовывают фрагменты записи- вместо значений времени вводят: «до воздействия» и «после воздействия». Сохраняют файл (меню «Файл»-«Сохранить») и приступают к анализу данных.
- 16. При анализе, во втором и третьем записанном блоках последовательно проводят замеры центральной и периферической температуры до и в ходе

¹ Запись можно не прерывать, в этом случае на кривой экспериментатор должен проставить соотвествующий комментарий, например «лед».

контакта конечности со льдом. Выделяют 30-40с на участках со стабильной температурой. Выделив один такой участок, в меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics выбирают функцию Mean на канале «Температура шеи», нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свобод-

Таблица 2. Центральная и периферическая температура в различных условиях			
Условия проведения эксперимента	Центральная температура (°C)	Периферическая температура (°C)	
Интактное состояние			
Контакт противоположной ладони со льдом			

ном поле. Повторяют действие, выбрав в качестве источника данных канал «Температура кончика пальца». Заносят полученные данные в таблицу 2, закрывают окно, выделяют другой участок кривой после метки и повторяют действия в той же последовательности.

18. Анализируют результаты и формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Е. Гедон; Учебник физиологии, пер. с франц. проф. В.В. Завьялова: Изд. 3-е,. СПБ- Киев: 1911 С. 184.
- Агаджанян Н. А., Власова И. Г., Ермакова Н. В., Торшин В. И., и др.; Основы физиологии человека : учебник. 2 т. Изд. 5-е, перераб. и доп. / под ред. В. И. Торшина. Москва : РУДН, 2017 С. 186-190.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

5.1 «Электромиография жевательных мышц»

Электромиография мышц челюстно-лицевой области— один из ценных видов функциональных исследований состояния зубочелюстного аппарата. Он позволяет объективно оценивать состояние жевательных мышц и жевательной функции на стороне потери зубов, переломов челюсти, при установке протезов, ортодонтических вмешательствах. Данный метод помогает изучать эффективность жевательной функции при откусывании кусочков пищи, исследовать бруксизм во сне, выраженность неврологических симптомов при инфаркте мозга и др. феномены. В стоматологической практике обычно используют поверхностную ЭМГ с помощью накожных электродов. Электроды обычно устанавливают на височные и жевательные мышцы в

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физиологическую анатомию жевательных мышц. Физические основы внеклеточной записи электрических потенциалов	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальн ых данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Виды сокращений жевательных мышц	Регистрировать ЭМГ жевательных мышц человека при различных типах сокращений и консистенции пищи	Методикой записи и интерпретации ЭМГ жевательной мускулатуры по показателю амплитуды и суммарному интегрированному сигналу в условиях изометрических сокращений и жевания

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

двигательных точках указанных мышц. Перечень компетенций обучающихся приведен в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Зарегистрировать ЭМГ жевательных мышц.
- 2. Изучить влияние различной пищи на характер ЭМГ.
- Сравнить электрическую активность жевательных мышц при жевании и изометрическом сокращении

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДЭ
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Комплект одноразовых электродов (3 шт.)
- Электродный гель
- Разгрузочный пояс, комплект текстильных застежек и чехол для Биожезла
- 20 г мягкого белого хлеба и 3-5 мелких сухариков

Работу проводят вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДЭ.
- 4. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Биожезл помещают в чехол закрепляют на теле с помощью поясного

пояса и фиксаторов, как показано на рис. 1.3 и 8-11 вводного раздела.

6. Испытуемый во время исследования сидит на стуле, расслабившись,



Рис.1 Положение электродов на лице для регистрации ЭМГ с жевательных мышц

кисти на бедрах. Такая поза уменьшает наводки от других скелетных мышц.

- 7. На лицо испытуемого с одной стороны наклеивают одноразовые электроды, как на рис. 1: проводят воображаемую прямую посередине скуловой кости, соединяя ее с серединой нижней челюсти. Посередине расстояния между указанными ориентирами, отступив 2-3 мм от средней линии размещают пару одноразовых электродов, над переносицей приклеивают заземляющий электрод. Места установки электродов следует предварительно обезжирить спиртсодержащей жидкостью. Для лучшего контакта, перед наклеиванием электрода, на его подушечку наносят несколько капель электродного геля.
- 8. Присоединяют провода: заземляющий над переносицей, два других- на

область щеки, полярность принципиального значения не имеет.

- 9. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «ЭМГ жевательных мышц», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи. Вверху (рис. 2) отображается ЭМГ, внизу- ее производная.



Рис.2 ЭМГ жевательных мышц слева. Внизу- интегрированная ЭМГ. Стрелкой обозначено состояние покоя.

- Запись будет осуществляться с частотой 4 кГц. Работа состоит из 4 частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 12. Нажав на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию. Испытуемого просят расслабить жевательные мышцы: показателем полного расслабления является слегка приоткрывается рот, в итоге должна возникнуть картина, как на рис. 2. Затем испытуемого просят слегка сжать челюсти: возникает всплеск ЭМГ активности. Нажимают кнопку «Стоп и

завершают регистрацию.

- 13. Нажимают кнопку «Старт», в течение 3-5 с. регистрируют фоновую активность, затем испытуемого просят максимально сжать челюсти и удерживать их в таком состоянии также 3-5 с. Не прерывая запись, просят ненадолго разжать челюсти, а затем повторить сжатие с максимально возможным усилием. Экспериментатор нажимает на кнопку «Стоп».
- 14. Следующий этап связан с жевательными движениями. Нажимают кнопку «Старт», в течение 3-5 с. регистрируют фоновую активность, затем испытуемому в рот вкладывают мягкий хлеб, просят прожевать, а затем проглотить. Экспериментатор нажимает на кнопку «Стоп».
- 15. Повторяют предыдущий пункт, в качестве пищи используют сухари.
- 16. В меню «Сервис- Каналы и графики- Вычислить все», применяют вычисления для улучшения отображения кривых. Сохраняют файл и приступают к анализу данных (меню «Файл»- «Сохранить»).
- 17. Полученные фрагменты записей переименовывают: для этого в поле блоков нажимают на кнопку с обозначением треугольника, в ниспадающем меню выбирают «переименовать», заменяя значение времени записи на названия этапа исследования: «тестовая запись», «изометрическое сокращение», «хлеб» и «сухари».
- 18. Приступают к анализу полученных данных. Выделяют участок кривой второго фрагмента, соотвествующий изометрическому сокращению. В меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений», появится вкладка из трех столбцов. В столбце «Категория» выбирают пункт «Sum»-«Absolute sum» для канала интегрированной ЭМГ и нажимают на изображение шестеренки или F5. Повторяют измерения для другого участка изометрического сокращения. Последовательно перемещаются по кривой к фрагментам «хлеб» и «орехи», вычисляя значения Absolute sum, полученные результаты заносят в таблицу 1. Аналогичным образом рассчитывают параметр «Max-Min» из категории «Statistics».
- 19. Формулируют выводы.

Таблица № 2 Расчет показателей сокращений жевательных мышц				
	Амплитуда ЭМГ (мв)	Суммарное значение амплитуды (мВ)		
фрагмент «Изометр	оическое сокращени	e		
Покой				
Сжатие №1				
Сжатие №2				
фрагмент «Хлеб»	фрагмент «Хлеб»			
фрагмент «Сухари»				

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Palma E.D, Tepedino M., Chimenti C. et al. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion on masticatory muscles activity J Clin Exp Dent. 2017; 9(5): p 635–p640.
- Кучук А.В., Мясников И.Л., Ермакова Н.В., Свешников Д.С., Торшин В.И., Торшин В.И. (ред.) Электромиография. /Методическое пособие / М. : РУДН, 2014. – 11 с.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8 для Windows.

5.2 «Поверхностная электрогастрография»

Методы исследования моторики ЖКТ условно можно разделить на две группы: 1) позволяющие непосредственно регистрировать сократительную активность ЖКТ; 2) позволяющие оценить моторику по косвенным показателям- по электрической активности желудка и кишечника.

К первой группе относят манометрические методики: они регистрируют внутрипросветное давление с помощью баллонов, микродатчиков, радиокапсул, открытых катетеров. Существенным недостатком этой группы исявляется введение инородного тела (баллона или катетера) непосредственно в просвет органа, что приводит к раздражению механорецепторов слизистой. Эти методы трудоемки и дорогостоящи, что затрудняет их применение в повседневной клинической практике.

Методы второй группы базируются на данных о тесной взаимосвязи между электрической и механической деятельностью ЖКТ, и включают в себя, как непосредственную регистрацию биопотенциалов гладкомышечных стенок органов с фиксированных на них электродов - прямая электрогастроэнтерография, так и их регистрацию с поверхности тела; брюшной стенки или конечностей - периферическая электрогастроэнтерография.

Периферическая электрогастрография (ПЭГГ) – метод регистрации изменений суммарного электрического потенциала желудка с поверхности тела. По аналогии, периферической электрогастроэнтерографией (ПЭГЭГ) называют метод регистрации изменений суммарного электрического потенциала желудка и кишечника с поверхности тела. Генерируемые и воспроизводимые гладкомышечными клетками органов желудочно-кишечного тракта токи в виде потенциалов действия (ПД) и медленных волн (МВ) распространяются по всему телу. Электрический сигнал ПД нескольких

-133-

тысяч клеток, накладываясь на MB, увеличивает амплитуду медленных волн. Каждый участок желудочно-кишечного тракта характеризуется собственной частотой медленной волны и может являться пейсмекером (см. Таблицу 1). Регистрация этих сигналов позволяет проводить частотный анализ, соотнося соответствующие частотные диапазоны с отделами желудочно-кишечного тракта, а наблюдаемые пики в энергетическом спектре- с наличием повышенной активности соответствующих органов.

Таблица 1. Диапазон частот медленных волн органов желудочно-			
кишечного тракта у человека.			
Отделы желудочно-кишечного тракта	Диапазон частот		
	медленных волн, Гц		
Желудок	0,03 - 0,07		
Двенадцатиперстная кишка	0,19-0,21		
Тощая кишка	0,17-0,18		
Подвздошная кишка	0,14-0,16		
Толстая кишка	0,01 - 0,03		

Для анализа и ПЭГГ- и ПЭГЭГ- сигналов применяют интегральный и динамический спектральный анализ. Оба вида спектрального анализа используют алгоритмы быстрого преобразования Фурье по амплитудным и частотным показателям. Среди амплитудных показателей выделяют: амплитуду спектра (мВ или мкВ), мощность спектра в децибелах (дБ), энергию спектра (мВ² или мкВ²). Частотными характеристиками являются: средняя, минимальная и максимальная. Измеряется в циклах в минуту (цикл/ мин), а также в колебаниях в секунду или герцах (Гц).

Абсолютные показатели амплитуды в значительной степени зависят от особенностей конституции обследуемого, от типа регистрирующей аппаратуры и расположения электродов, но в практической деятельности наиболее часто оценивают относительные показатели, не зависящие от перечисленных выше факторов. К относительным показателям относят:

-133-

• Отношение амплитудных показателей до и после пищевой или фармакологической нагрузки.

• Степень аритмии - ошибка среднего арифметического величины временного интервала между максимумами ПЭГЭГ в различных диапазонах частот

• При оценке ПЭГГ исследуют процентное содержание нормальных волн и дизритмий, т.е. % нормо-, тахи-, брадигастрий.

• Коэффициент ритмичности - отношение длины огибающей спектра к длине участка спектра исследуемого отдела. Отражает «координированность» работы основных отделов ЖКТ.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе отражены в таблице 2.

Задачи исследования:

- 1. Зарегистрировать ПЭГГ натощак и после пищевой нагрузки
- 2. Определить доминантную частоту и энергию спектра натощак
- Определить основную (доминантную) частоту и энергию спектра после принятия пищи
- 4. Оценить изменения частоты после пищевой нагрузки и вычислить соотношение энергии спектра до и после принятия пищи.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ЭМ
- ПО «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с ОС Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Кушетка
- Электродный гель
- Одноразовые электроды (3 шт.)

- Комплект текстильных застежку и чехол для Биожезла
- Стандартный завтрак- 50 г белого хлеба и стакан сладкого чая
- Соломинка для коктейля

Исследование проводят натощак: с момента последнего приема пищи должно пройти не менее 6 часов. Работу проводят вдвоем.

Таблица 2. Компетенции обучающихся.			
Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Теоретическое обоснование возможности регистрации электрической активности органов ЖКТ с поверхности тела Основные показатели ПЭГЭГ и ПЭГГ. Принципы регистрации данных с помощью компьютерных систем	Интерпретирова ть данные статистической обработки эксперименталь ных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Принципы отведения электрических потенциалов, генерируемых органами ЖКТ с поверхности тела человека.	Регистрировать ПЭГГ. Использовать программное обеспечение Роwergraph для обработки и анализа результатов.	Построением спектров ПЭГГ. Подсчетом амплитудно- частотных характеристик спектра по ПЭГГ

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ЭМ.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- Испытуемого укладывают на кушетку согласно схеме на рис.1.10 и 12 вводного раздела, просят расслабиться, это необходимо для того, чтобы электрическая активность мышц не искажала сигнала ЭГГ.
- 6. Туловище опоясывают длинной текстильной застежкой на уровне эпигастрия. Биожезл закрепляют с помощью кольцевых фиксаторов на поясе на передней брюшной стенке (параллельно поясу, меткой вверх).
- 7. Во время исследования исключают различные отвлекающие факторы (холод, шум, свет, разговоры, телефонные звонки и т.д.). Испытуемый не должен разговаривать и двигаться. Под голову и ноги в области нижней части голени рекомендуется подложить небольшой валик для того, чтобы шея и стопы не затекали.
- 8. Перед наложением одноразовых электродов участки кожи, на которые будут помещаться электроды рекомендуется обработать спиртом для уменьшения кожного сопротивления, с той же целью на подушечки электродов следует нанести каплю электродного геля.
- 9. На конечности испытуемого наклеивают одноразовые электроды по следующей схеме: правое предплечье (соединяется с положительной клеммой); правая голень (отрицательная клемма), левая голень (электрод заземления). Провод с микрофоном скручивают в кольцо и укладывают в сторону.
- 10. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню

«Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».

11. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «ПЭГГ», в результате чего возникнет поле для трехканальной записи: вверху- дыхание, посередине ЧСС¹, внизусигнал ПЭГГ (рис.1).



Рис. 1. Запись поверхностной электрогастрограммы. Сверху вниз: дыхание, ЧСС, ПЭГГ. На ПЭГГ видна периодическая медленноволновая активность.

- 12. Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из двух частей, запись не прерывается.
- 13. Через 15 минут записи², соответствующей рис. 1, экспериментатор нажимает кнопку «Стоп».
- 14. Отображаемые кривые должны соответствовать рис. 1. Проводят предварительную оценку качества записи: следят за тем, чтобы на канале «дыхание» не было значительных всплесков, которые связаны с движениями испытуемого. При наличии таких всплесков данный этап

¹ ЧСС по показателям ЭКГ в нестандартном отведении.

² В клинике используют более продолжительную регистрацию: для каждого этапа ^{исследования} она составляет 30-45 минут.

переделывают, а если получены кривые надлежащего качестваприступают к следующему этапу.

- 15. Испытуемому кусочками вкладывают в рот хлеб, просят прожевать и проглотить, запивая чаем через соломинку.
- Экспериментатор нажимает кнопку «Старт» Регистрируют гастрограмму еще 10-15 минут, затем завершают исследование нажатием на кнопку «Стоп».
- 17. В главном меню выбирают: «Сервис»- Каналы и графики»- «Вычислить все» и «Файл»- «Сохранить». Блоки записи переименовывают, соответственно: «Натощак» и «После приема пищи».
- Приступают к анализу данных. Выделяют участок кривой, соответствующий записи натощак.
- 19. В меню «Анализ» выбирают пункт «Спектроанализатор» (рис.2). Настраивают анализатор спектра следующим образом: в окне «Тип спектра» выбирают «Power», в «размере БПФ» выбирают значение «16384», в окне «Весовая функция» — «BlackmanHarris», «Усреднение»—«0% перекрытие». В окне «Каналы» выбирают «ПЭГГ». Отобразится график спектральной мощности. Внизу графика отобразится максимальное значение на графике спектральной мощности (Max) и значение частоты, соответствующее этому максимуму³ (Fmax, Hz). Записывают полученные значения. Закрывают окно спектроанализатора.
- 20. Аналогичным образом поступают с фрагментом, записанном после еды.
- 21. Сравнивают частоты желудка до и после принятия пищи. В норме, частота изменяться не должна, а отношение энергии спектра до и после принятия пищи должно подчиняться следующей зависимости:

 $A^{2}_{\text{пищ}}/A^{2}_{\text{натощак}} > 1$, где А- энергия спектра.

22. Формулируют выводы.

³ Значение, близкое к 0,05 Гц соответствует норме- трем сокращениям в минуту.



Рис. 1. Окно анализатора спектра с настройками. Объяснения в тексте.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Тропская Н.С., Денискин Ю.И. Методы исследования моторной функции пищеварительного тракта (учебное пособие) М.: Изд-во МАИ, 2016. - 96 с.: ил.
- Ступин В.А., Смирнова Г.О., Баглаенко М.В., Силуянов С.В., Закиров Д.Б. Периферическая электрогастроэнтерография в диагностике нарушений моторно- эвакуаторной функции желудочно-кишечного тракта // Лечащий врач. - 2005. - No 2, с. 60- 62.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.

Физиология ЦНС

6.1 «Исследование времени коленного рефлекса»

Временем рефлекса называют промежуток времени от момента нанесения раз-дражения до ответной реакции.

Время рефлекса (t peф.) складывается из: периода активации рецептора (t peц.), времени проведения возбуждения по афферентному пути (t афф.), центрального времени (tц.), времени проведения возбуждения по эфферентному пути (t эфф.), периода ответа эффектора, например мышцы (t м):

$tpe\phi = tpeu + ta\phi\phi + t_{2}\phi\phi + tu + t_{M}$

Наиболее значительная часть временных затрат приходится на центральное время рефлекса- проведения возбуждения в нервных центрах. Чем большее число нейронов принимает участие в рефлекторной дуге, тем продолжительнее центральное время рефлекса. Для сухожильного рефлекса, в дуге которого два нейрона, а в центральном звене один синапс, время рефлекса составляет 19—23 мс, для полисинаптического мигательного рефлекса 50—200 мс. Помимо количества синапсов, время рефлекса зависит от состояния центральной нервной системы. Например, при использовании приема Ендрассика, вызывающего дополнительное возбуждение в спинном мозге, время сухожильных рефлексов уменьшается, а рефлексы становятся более выраженными вследствие явления синаптического облегчения.

Коленный рефлекс относится к соматическим рефлексам спинного мозга, его вызывают ударом по сухожилию четырехглавой мышцы бедра под коленом, что приводит к резкому растяжению мышцы, которая отвечает кратким сокращением (происходит разгибание в коленном суставе). Рефлекторная дуга данного рефлекса представлена: рецептором- мышечным веретеном, расположенном в четырехглавой мышце; чувствительным путем - отростками клеток спинального ганглия, альфа- мотонейронами спинного мозга с их аксонами и четырехглавой мышцей (рис.1). Так как рефлекторная дуга коленного рефлекса начинается и заканчивается в одной и той же мышце, его также называют собственным или миотатическим.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной работе отражены в

таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Рефлекторный принцип организации ЦНС.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальн ых данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Время рефлекса и его составляющие. Состав рефлекторной дуги миотатическогого рефлекса.	Вызывать сухожильный коленный рефлекс с помощью механического воздействия	Анализом зависимости времени рефлекса от интенсивности воздействия и приема Ендрассика. Сравнить время произвольной двигательной реакции с временем коленного рефлекса.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.



Альфа-мотонейрон

Рис. 1. Рефлекторная дуга сухожильного рефлекса (По Н.Н. Алипову, 2008, с изменениями).

Физиология ЦНС

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой вызывания сухожильных рефлексов.
- 2. Измерить время коленного рефлекса.
- 3. Изучить влияние силы удара по сухожилию, а также приема Ендрассика на время и выраженность рефлекса.
- 4. Сравнить время произвольной двигательной реакции с временем коленного рефлекса.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл[®]»
- Датчик ДП
- ПО «Powergraph 3.3X®»
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Неврологический молоточек
- Комплект текстильных застежек и чехол для Биожезла
- Полоска лейкопластыря

Работу проводят вдвоем, обстановка в аудитории должна быть тихой и спокойной.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДП.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.

Физиология ЦНС

- 5. Пьезодатчик закрепляют поверх одежды над коленной чашечкой с помощью держателя на ленте- липучке или полоски лейкопластыря таким образом, чтобы область сухожилия четырехглавой мышцы была свободной.¹ Датчик регистрирует колебания, возникающие при ударе неврологическим молоточком в области коленного сустава.
- Биожезл ориентируют разъемом вверх, вкладывают в чехол и закрепляют на внутренней поверхности голени испытуемого, как показано на рис. 1.5, 12 и 14 вводного раздела. Следят за тем, чтобы отметка (мигающий индикатор) на корпусе Биожезла были ориентированы кпереди.
- 7. Испытуемого усаживают на высокий стул или на поверхность стола, подошвы на должны касаться пола, ноги расслаблены и свободно свешиваются. Для лучшего расслабления экспериментатор должен слегка разогнуть ногу испытуемого в коленном суставе, чтобы отпустив добиться свободного покачивания конечности. Во время тестирования глаза испытуемого должны быть закрыты.
- 8. Экспериментатор запускает программу «PowerGraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Время рефлекса», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи. Вверху отображается канал для молоточка, внизу- реакция- запись движения конечности с помощью акселерометра.
- Запись будет осуществляться с частотой 4 кГц. Эксперимент состоит из четырех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 11. Нажав на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию. Испытуемого просят разогнуть ногу в коленном суставе, кривая движения конечности должна отклониться кверху. Если отклонение происходит в другую сторону, проверяют правильность установки Биожезла согласно п. 6 настоящего руководства. Тестируют также отметку от удара молоточком. В итоге должна

¹ Если на испытуемом брюки, область коленной чашечки и сухожилия экспериментатор определяет наощупь.



Рис 2. Измерение времени сухожильного рефлекса. Сверху вниз: отметка от удара молоточком, ответная реакция. Темная полоса - участок от начала стимула до начала реакции.

появиться запись, подобная приведенной на рис. 2. Во время этого этапа также практикуются вызывать коленный рефлекс: удар молоточком должен приходиться на нижнюю треть сухожилия четырехглавой мышцы, несколько кнаружи от средней линии. Для удобства, экспериментатор может пометить место удара полоской лейкопластыря. Отработав методику вызова коленного рефлекса, нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующему этапу.

- 12. На данном этапе определяют влияние силы удара молоточком на выраженность и время рефлекса. Нажимают кнопку «Старт» и с интервалом в 5-6 с наносят пять умеренных ударов молоточком, а затем пять сильных. О силе ударов экспериментатор судит по отображению на экране. Нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующему этапу.
- 13. На данном этапе определяют влияние приема Ендрассика на выраженность и
время рефлекса. Испытуемый сцепляет пальцы двух рук в замок перед грудью, а затем пытается разорвать этот замок (рис. 3) (как варианты — сильно сжимает челюсти или сжимает своей рукой кисть экспериментатора). На этом фоне экспериментатор нажимает кнопку «Старт» и с интервалом в 5-6 с



Рис. 3. Выполнение приема Ендрассика. В роли испытуемого сам автор Ernö Jendrassik (1858-1921)

наносит серию из пяти умеренных ударов молоточком, после чего нажимает кнопку «Стоп» и приступает к следующему этапу.

14. Нажимают кнопку «Старт» и осуществляют последний фрагмент записи- испытуемый произвольно пять раз выпрямляет конечность в такт ударам, которые наносят не по сухожилию, а по поверхности коленной чашечки. Нажимают кнопку «Стоп» и сохраняют полученный файл. (Меню «Файл»- «Сохранить»).

- 15. Проводят пост- обработку кривых: вручную переименовывают и записанные блоки, подставив вместо значений времени названия этапов исследования (тестовая регистрация, коленный рефлекс без посторонних воздействий, на фоне приема Ендрассика, удары разной силы, произвольное разгибание).
- 16. Приступают к анализу полученных данных. Для этого последовательно, в каждом записанном блоке, начиная со второго, выделяют участок кривой от отметки удара молоточка до начала ответа (рис.2), открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Selection выбирают функцию Duration, нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Selection duration со значением в секундах. Переходят к следующему блоку записи и повторяют вычисления. Данные по каждому измерению заносят в таблицу 2.
- 17. Во втором блоке записи, где наносили удары разной силы, дополнительно изучают зависимость между силой удара и величиной ответной реакции. Для этого отдельно измеряют разность между максимальным и минимальным значением удара и ответной реакции. Выделяют участок с реакцией конечности. Обратите внимание, что в начале может отмечаться небольшое отклонение книзу, синхронное с ударом молоточка- это артефакт раздражения, его не включают в область выделения, открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistic выбирают функцию Max-Min, нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Обратите внимание, чтобы в графе «Источник данных» был выделен канал с названием «Реакция». Закрывают это окно, затем на канале «Молоточек» выделяют график удара и используя аналогичную функцию Max-Min определяют разность между максимальным и минимальным значением удара. Данные переносят в таблицу 3.

№ воздействия	Коленный рефлекс без посторонних воздействий	На фоне приема Ендрассика	Произвольное разгибание
1			
2			
3			
4			
5			
Среднее значение			

Таблица 2. Исследование времени коленного рефлекса в различных

условиях

Таблица 3. Исследование зависимости между силой удара и величиной ответной реакции

№ воздействия	Коленный рефлекс без посторонних воздействий		
	Сила удара	Величина ответной реакции	
1			
2			
3			
4			
5			
Среднее значение			

18. Анализируют результаты и формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. М., Практика 2008. — 420 с.
- Мясников И.Л., Свешников Д.С и др. Исследование времени рефлексов спинного мозга. — М.:РУДН, 2013.- 13 с.: ил.
- з. Самуэльс (ред.) Неврология, пер. с англ. –М.: «Практика», 1997. г. 640с
- 4. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

6.2 «Исследование времени рефлекса по Тюрку¹»

В работе «Время рефлекса» даны теоретические основы, позволяющие определить время рефлексов, а также характеристика проприрорецептивных рефлексов спинного мозга. Экстерорецептивная чувствительность играет не меньшую роль в приспособительных реакциях организма на тактильные, температурные и болевые стимулы. В отличие от моносинаптических сухожильных рефлексов, экстерорецептивные рефлексы спинного мозга относят к полисинаптическим. Рефлекторная дуга данного рефлекса представлена: экстерорецептором, расположенном в коже; чувствительным нейроном, вставочным нейроном (одним или несколькими), альфа- мотонейроном спинного мозга и эффектором - поперечнополосатой мышцей (рис.1).



Рис. 1. Рефлекторная дуга экстерорецептивного рефлекса: 1- кожный рецептор; 2- чувствительный нейрон; 3- вставочный нейрон; 4- мотонейрон; 5- скелетная мышца. Стрелками показано проведение возбуждения.

¹ Выполняется на человеке в модификации Д.С. Свешникова.

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой изучения экстерорецептивных рефлексов.
- 2. Измерить рефлекса, вызванного температурными и болевыми стимулами.
- 3. Изучить влияние интенсивности температурного воздействия на время рефлекса.

Необходимо также учесть, что опыт Тюрка в оригинале выполнялся на спинальной лягушке. Естественно, что на испытуемом подобные условия нереализуемы, поскольку данный рефлекс модулируют нисходящие влияния коры больших полушарий, однако несмотря на это, общие закономерности, впервые обнаруженные в эксперименте L. Türck, можно проследить и в нашей модификации опыта.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе, отражены в таблице 1.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл[®]»
- Датчик Т2
- ПО «Powergraph 3.3X®»
- компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Чехол для Биожезла и комплект текстильных застежек
- Две цилиндрические металлические емкости для воды, диаметром от 25 см, высотой от 20 см с крышками.
- Горячая вода
- Термометр
- Длинная ложка или палочка для перемешивания жидкости
- Лейкопластырь

Работу проводят вдвоем.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Рефлекторный принцип организации ЦНС. Время рефлекса и его составляющие	Интерпретирова ть данные статистической обработки эксперименталь ных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Состав рефлекторной дуги экстерорецептивного рефлекса.	Вызывать экстерорецептив ный рефлекс с помощью термического раздражителя различной интенсивности	Анализом зависимости времени рефлекса от интенсивности раздражителя.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик Т2.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Емкости для воды устанавливают на стол. Одна емкость предназначена для горячей воды, другая для комнатной и будет использоваться для охлаждения

ладони. Снаружи,² в верхней трети емкости с горячей водой, длинными крестообразными полосками лейкопластыря укрепляют термодатчик с изображением одного термометра, а провод датчика с изображением двух термометров скручивают в кольцо и закрепляют на чехле.



Рис. 2 Общий вид кривых для регистрации времени рефлекса по Тюрку. Снизу вверх: температура горячей воды, температура холодной воды, внизу- запись движения конечности

- Емкости заполняют водой. Следят за тем, чтобы уровень жидкости в емкости с горячей водой был выше закрепленного снаружи датчика. Температура прохладной воды 20-22°С, горячей- начиная с 50°С.
- Биожезл помещают в чехол разъемом вверх и закрепляют на предплечье поверх одежды, дополнительно закрепляя на противоположном надплечье длинной застежкой, (см. рис. 1.4, 12-14 вводного раздела).
- 8. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- 9. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки»
 «Время рефлекса по Тюрку», в результате чего возникнет поле для

² Датчики негерметичны, попадание внутрь воды не гарантирует их дальнейшую работоспособность

двухканальной записи. Вверху отображается значения температуры горячей воды, внизу- запись движения конечности с помощью акселерометра-«Реакция» (рис. 2).

- Запись будет осуществляться с частотой 500 Гц. Эксперимент состоит из нескольких частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 11. Нажав на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию. Испытуемого просят прижать ладонь руки с прикрепленным Биожезлом к емкости с прохладной водой и подождать 1,5 мин. Начало контакта и его прекращение должно быть зафиксировано на нижней кривой (рис. 2). Если записанные параметры соответствуют отображенным на рис. 2, регистрацию останавливают нажатием на кнопку «Стоп» и переходят к следующему этапу.
- 12. Испытуемый кладет ладонь на стол на 5-6 см от емкости с горячей водой, в это время экспериментатор нажимает на кнопку «Старт», через несколько секунд испытуемый энергично прижимает ладонь к емкости с горячей водой и удерживает в таком положении, пока в состоянии терпеть. Ориентируясь исключительно на собственные ощущения³, испытуемый отдергивает руку и быстро перемещает ее к емкости с прохладной водой, удерживая там до следующего этапа. После наступления реакции экспериментатор останавливает запись.
- 13. Экспериментатор нажимает на кнопку «Старт» и помешивая, подливает в емкость с горячей водой кипятка, увеличив температуру на 2-3°С. Повторяют измерение времени рефлекса (см. предыдущий пункт), а затем останавливают запись нажатием на кнопку «Стоп».
- 14. Замеряя время рефлекса в несколько приемов, увеличивают температуры воды, доводя ее до 60-65°С, не забывая после каждой реакции охлаждать кисть.
- 15. Сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу

³ «Героизма» в данном вопросе проявлять не нужно, это может исказить результаты привести к неправильным выводам.

данных.

16. При анализе, в каждом записанном блоке, начиная со второго, выделяют участок кривой от отметки акселерометра, соответствующей началу воздействия до момента возникновения реакции. Открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Selection выбирают функцию Duration на канале «Реакция», нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Selection duration со значением в секундах. На том же участке измеряют температуру горячей воды: в категории «Statistics» выбирают функцию «Mean» на канале «Горячая вода», нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Данные по каждому измерению заносят в таблицу 2. Переходят к следующим блокам и повторяют вычисления.

Таблица 2. Зависимость времени рефлекса от температуры воды

№ измерения	Температура воды (°С)	Время рефлекса (с)

18. Анализируют результаты и формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. М., Практика 2013. — 496 с.
- 2. Губарь А.В. и др. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии под ред. Э.А. Асратяна; М., Изд. Медгиз, 1963. С. 249-250.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

6.3 «Зависимость времени рефлекса от величины рецептивного поля»

Возбуждение в ЦНС способно к суммированию. Фактически, процесс осуществляется с помощью синаптических контактов. Известно, что суммации по локализа-ции синапсы делятся на аксо-соматические, аксо-дендритические и аксо-аксональные. Химические синапсы выделяют медиатор, воздействующий на рецепторы постсинаптической мембраны, в результате чего на ней открываются ионные каналы и происходит изменение заряда в виде деполяризации (ВПСП), либо гиперполяризации (ТПСП). ВПСП и ТПСП возникают на дендритах и соме нервной клетки, генерация ПД в происходит в области с наибольшей концентрацией потенциалзависимых ионных каналов- аксональном холмике. Для генерации ПД необходимо, чтобы заряд мембраны преодолел критический уровень деполяризации, что как правило выше потенциала покоя на 10-15 мВ. Одиночный ВПСП всегда подпороговый, его амплитуда редко превышает 3 мВ, поэтому он не спо-собен вызвать ПД, однако при сложении нескольких ВПСП, заряд мембраны может сдвинуться на 10-15 мВ и превысить критический уровень, что повлечет за собой развитие ПД и распространение его по аксону. Таким образом, сома и дендриты представляют собой афферентную часть нейрона, аксональный хол-мик- интегративную, а аксонэфферентную. осуществляется двумя способами: временным и Суммация возбуждения в ЦНС пространственным. При временной суммации, ВПСП поступают от одних и тех же синапсов, которые активируются чаще. В работе «Исследование времени рефлекса по Тюрку» показано, что время рефлекса уменьшается с увеличением силы стимула- пример временной суммации. Количество нейронов, площадь рецептивного поля в данном эксперименте не меняются, увеличение силы стимула приводит к суммации ВПСП, которые под воздействием возрастающего раздражителя более становятся частыми. При пространственной суммации увеличивается число синапсов, одновременно производящих ВПСП, заряд мембраны в области аксонального холмика быстрее достигает критического уровня, что способствуя скорому возникновению ПД. Получить явление пространственной суммации можно, увеличив площадь рецеп-

-155-

тивного поля рефлекса: вовлекается большее число рецепторов, а соответственно возрастает количество афферентных нейронов, в связи с чем увеличивается число выделяющих медиатор аксо- соматических и и аксо-дендритических синапсов.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых и приобретаемых в ходе данной работы, отражены в таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Принципы координационной деятельности ЦНС. Физиологию нейрона и синаптической передачи	Интерпретирова ть данные статистической обработки эксперименталь ных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Виды и механизмы суммации в ЦНС	Измерять время рефлекса при изменении рецептивного поля и при неизменных параметрах термического стимула	Анализом зависимости времени рефлекса от площади рецептивного поля оборонительного рефлекса

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Задачи исследования:

1. Измерить рефлекса, вызванного температурными и болевыми стимулами при разной величине рецептивного поля

2. Изучить влияние площади рецептивного поля при температурном воздействии на время оборонительного рефлекса.

Оборудование и материалы:

Полностью идентичны используемым в работе «6.2 Время рефлекса по Тюрку».

Ход работы:

Практически идентичен работе 6.2 «Время рефлекса по Тюрку» (см.) с небольшими изменениями.

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик Т2.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Емкости для воды устанавливают на стол. Одна емкость предназначена для горячей воды, другая для комнатной и будет использоваться для охлаждения. Снаружи,¹ в верхней трети емкости с горячей водой длинными крестообразными полосками лейкопластыря укрепляют термодатчик с изображением одного термометра, а провод датчика с изображением двух термометров скручивают в кольцо и закрепляют на чехле.
- Емкости заполняют водой. Следят за тем, чтобы уровень жидкости в емкости с горячей водой был выше закрепленного снаружи датчика. Температура прохладной воды 20-22°С, горячей- 55-60°С.
- 7. Биожезл помещают в чехол разъемом вверх и закрепляют на предплечье поверх одежды, дополнительно закрепляя длинной застежкой на надплечье

¹ Датчики негерметичны, попадание внутрь воды не гарантирует их дальнейшую работоспособность

(рис. 1.4, 12-14 вводного раздела).

- 8. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки»

 «Время рефлекса по Тюрку», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи. Вверху отображается значения температуры горячей воды, внизу- запись движения конечности с помощью акселерометра-«Реакция» (рис. 2 работы 6.2).
- Запись будет осуществляться с частотой 500 Гц. Эксперимент состоит из трех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 11. Нажав на кнопку «Старт» проводят тестовую регистрацию. Испытуемого просят прижать ладонь руки с прикрепленным Биожезлом к емкости с прохладной водой и подождать 1,5 мин. Начало контакта и его прекращение должно быть зафиксировано на нижней кривой. Если записанные параметры соответствуют отображенным на рис. 2 работы 6.2, регистрацию останавливают нажатием на кнопку «Стоп» и переходят к следующему этапу.
- 12. Испытуемый кладет ладонь на стол на 5-6 см от емкости с горячей водой, в это время экспериментатор нажимает на кнопку «Старт», через несколько секунд испытуемый энергично прижимает ладонь к емкости с горячей водой и удерживает в таком положении, пока в состоянии терпеть. Ориентируясь исключительно на собственные ощущения², испытуемый отдергивает руку и быстро перемещает ее к емкости с прохладной водой, удерживая там до следующего этапа. После наступления реакции экспериментатор останавливает запись.
- 13. Через 30-40 с экспериментатор нажимает на кнопку «Старт», испытуемый вновь прикасается к ёмкости с горячей водой не всей ладонью, а лишь кончиком одного пальца. Повторяют измерение времени рефлекса по по описанной в предыдущем пункте методике.

 $^{^2}$ «Героизма» в данном вопросе проявлять не нужно, это может исказить результаты привести к неправильным выводам.

- 14. Повторяют исследование времени рефлекса 2-3 раза для ладони и кончика пальца, не забывая после каждой реакции охлаждать ладонь и подливать кипяток в емкость с горячей водой для стабилизации температуры.
- 15. Сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить»). Переименовывают блоки записи, заменяя значение времени на «Кисть» и «Палец» в соответствии со схемой опыта, сохраняют файл вновь и приступают к анализу данных.
- 16. При анализе, в каждом записанном блоке, начиная со второго, выделяют участок кривой от отметки акселерометра, соответствующей началу воздействия до момента возникновения реакции. Открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Selectionвыбирают функцию Duration на канале «Реакция», нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Selection durationсо значением в секундах. Данные по каждому измерению заносят в таблицу 2. Переходят к следующим блокам и повторяют вычисления.

Таблица 2. Зависимость времени рефлекса от рецептивного поля				
№ измерения	рефлекса (с)			
	Кисть	Кончики пальцев		
1				
2				
3				
4				
Среднее время рефлекса				

18. Анализируют результаты и формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. М., Практика 2013. — 496 с.
- 2. Губарь А.В. и др. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии под ред. Э.А. Асратяна; М., Изд. Медгиз, 1963. С. 257-258.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

7.1 «Определение вестибулярной устойчивости»

Вестибулярная сенсорная система управляет всеми видами произвольных движений, включая глазодвигательные. Ее деятельность также связана и с вегетативной нервной системой.

Определяя вестибулярную устойчивость, стараются выявить соматические и вегетативные реакции, которые возникают в ответ на раздражение рецепторов вестибулярного аппарата. Соматическими проявлениями раздражения вестибулорецепторов являются: изменение тонуса мышц туловища и конечностей, неустойчивая походка, мимопопадание при пальце- носовой пробе. Важным проявлением раздражения вестибулорецепторов является глазной нистагм, который проявляется в ритмическом медленном движении обоих глаз в сторону, противоположную вращению, и быстром скачкообразном возвращении глаз в сторону вращения. За направление нистагма принимают его быстрый компонент. К вегетативным проявлениям относят: изменение ЧСС, потоотделение, развитие тошноты, слюнотечение, рвоту и головокружения. Подобные реакции можно вызвать у любого испытуемого, выраженность ответов зависит от интенсивности и продолжительности воздействия.

В 1907 г. Р. Барани предложил вращательную пробу- тест для дозированного воздействия на вестибулярный аппарат. В настоящее время это исследование применяется для исследования вестибулярной устойчивости наряду с калорической пробой.

Наиболее распространенными параметрами оценки вестибулярной устойчивости являются: изменения ЧСС, соматические выпрямительные реакции и время исчезновения нистагма глаз после вращения.

Перечень компетенций обучающихся приведен в таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физиологическую анатомию вестибулярного аппарата. Пути вестибулярной чувствительности	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных. Регистрировать ЭКГ	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows. Методикой электроокулографии, оценки ЧСС по R-R интервалам
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Соматические и вегетативные проявления нарушенной вестибулярной чувствительности	Регистрировать соматические и вегетативные проявления раздражения вестибулярного аппарата. Определять продолжительность вестибулярных реакций	Методикой оценки степени вестибулярной устойчивости.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Задачи исследования:

1. Зарегистрировать соматические и вегетативные проявления раздражения вестибулярного аппарата.

2. Определить момент возникновения и продолжительность данных реакций.

3. Оценить степень вестибулярной устойчивости испытуемого.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов Биожезл®
- Кресло Барани
- Датчик Э2
- ПО «Powergraph 3.3X[®]»,
- компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом,
- Комплект одноразовых электродов (5 шт.)
- Электродный гель
- Разгрузочные лямки, пояс, чехол для Биожезла
- Комплект текстильных застежек

Работу проводят вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик Э2.
- 4. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. На лицо и руки испытуемого наклеивают одноразовые электроды. Места установки электродов следует предварительно обезжирить спиртсодержащей жидкостью. Для лучшего электрического контакта, перед наклеиванием, на подушечку электрода наносят несколько капель электродного геля. Расположение электродов и подключаемых к ним проводов на руках должно соответствовать I стандартному отведению: на правую руку крепят отрицательный контакт, на левую-положительный (подробнее- см. рис. 1 работы 2.3 «Электрокардиография, основные пара-

метры ЭКГ».

- 6. Для регистрации электроокулограммы устанавливают 3 электрода: два на границе подвисочной, лобной и глазничной областей справа и слева, в лобной области посередине устанавливают электрод заземления (см. рис. 1 работы «Электроокулография» настоящего руководства). Для профилактики отрыва электродов, провода следует разместить на голове, закрепляя пластырем за ушной раковиной.
- Биожезл крепят на разгрузочных лямках горизонтально спереди с помощью текстильных застежек (см. рис 1.1 и 8 вводного раздела).
- Испытуемого усаживают на кресло Барани, руки свободно лежат на подлокотниках кресла.
- 9. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- 10. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Вестибулярная устойчивость», в результате чего возникнет поле для четырехканальной записи. Последовательно сверху вниз отображаются: электроокулограмма, ЭКГ, индикатор вращения кресла.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из трех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 12. Нажимают на кнопку «Старт» и в течение 2 минут проводят тестовую регистрацию. Испытуемого просят закрыть и открыть глаза, отмечая на электроокулограмме характерный остроконечный пик. Затем испытуемого просят несколько раз переместить взгляд вправо и влево, вверх и вниз. Должны получиться кривые, подобные изображенным на рис. 1. Получив запись надлежащего качества, нажимают на кнопку «Стоп» и приступают к главному этапу работы.
- 13. Нажимают кнопку «Старт», испытуемого просят закрыть глаза и не открывать их до поступления команды экспериментатора. Спустя 10 с от начала записи начинают вращение кресла с испытуемым (частота 0,5 Гц-

mant when a firm and t

Рис.1 Одновременная регистрация ЭОГ, ЭКГ и индикатора вращения кресла (сверху вниз).

один оборот за 2 с). Вращение осуществляют в течение 40 с. Останавливают кресло и просят испытуемого открыть глаза, зафиксировав взгляд на неподвижном предмете. Экспериментатор выжидает в течение 1 минуты, затем нажимает на кнопку «Стоп».

- Через 2-3 минуты повторяют исследование, но уже с открытыми глазами.
- 15. Сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить») и приступают к анализу данных.
- 16. Определяют частоту сердечных сокращений. Для этого в первом фрагменте записи выделяют один R- R- интервал на канале ЭКГ, в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration» и нажимают F5 (или через Меню- Функция- Вычислить). Вычислив длительность одного R-R- интервала (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения для других 5 R-R интервалов, рассчитывая среднее значение. Зная продолжительность одного цикла, рассчитывают ЧСС по формуле:

ЧСС= 60/усредненный R- R интервал (с).

Например, усредненный R-R интервал = 0,81 с, ЧСС=60/0,81=74 уд. мин. Результат заносят в таблицу 2.

17. Рассчитывают среднюю продолжительность R-R интервала во втором фрагменте записи во время вращения по методике, описанной в п 16,

при этом первое измерение начинают через 5-15 с от начала вращения. По окончании вращения проводят 10 измерений ЧСС через каждые 5 с; Полученный результат заносят в Таблицу 2.

18. На втором фрагменте записи отмечают характерные движения глаза при нистагме (рис.3). Определяют время возникновения нистагма от начала вращения. С этой целью выделяют участок кривой от начала вращения до развития нистагма: в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration» и нажимают F5 (или через Меню- Функция- Вычислить). Для определения продолжительности нистагма после вращения выделяют участок кривой от окончания вращения до прекращения нистагма.



Рис.3 Пример нистагма на электроокулограмме. Сверху вниз: ЭОГ, ЭКГ, вращение кресла. После вертикальной линии комментария на ЭОГ заметен нистагм

- Для третьего фрагмента записи проводят аналогичные измерения (см. пп 15-17). Все полученные результаты заносят в таблицу.
- 20. Формулируют выводы.

Таблица № 2 Продолжительность изменений сердечного ритма и нистагма при вращательной пробе.

A.									
ЧСС (уд./мин)							Условия		
перед вращением	перед во время вращения ращением								
	1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	
									Открытые глаза
									Закрытые глаза

Б.

ЧСС (уд./мин) после вращения							Нистагм (с)	Условия			
1-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50		
											Открытые глаза
											Закрытые глаза

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1.Практикум по нормальной физиологии / Под ред. В.И. Торшина, 612 с -М.: РУДН, 2004.
- 2.Измайлов Д.Ю. Справка к ПО Powergraph v3.3.8 для Windows.

7.2 «Запись движении глаз с помощью метода электроокулографии»

Постоянная смена положения глаз обеспечивает ясное видение объектов и правильную ориентацию головы и тела в пространстве: взгляд «ощупывает» окружающую обстановку. Фиксирование изображения интересующего объекта на сетчатке в зоне наиболее чёткого видения называется рефлексом фиксации. Различают содружественные (осуществляемые обоими глазами) движения глаз: саккады, следящие, нистагм, тремор, а также вергентные (при схождении зрительных осейконвергентные движения, при расхождениидивергентные). Изолированные движения одного глаза независимо от другого у здорового человека невозможны. Движения глаз могут быть как произвольными, так и непроизвольными. За непроизвольные движения глаз ответственна кора затылочной доли больших полушарий мозга, а за произвольные — лобных. Движения глаз и фиксация взора осуществляются 6 парами мышц: верхними, средними и нижними прямыми, верхними и нижними косыми косыми и латеральными. Контроль за сокращением указанных мышц осуществляют ядра III, IV и VI пар черепных нервов. Для исследования движений глаз используют следующие методы: видеофиксацию, айтрекинг (фиксацию отблеска роговицы) и электроокулографию (ЭОГ). ЭОГ основана на внеклеточном измерении разности потенциалов, которая существует между роговицей и сетчаткой. Таким образом, в формировании разности потенциалов, помимо деятельности глазодвигательных существенный вклад вносит сетчатка. ЭОГ- неинвазивный мышц, регистрация осуществляется с помощью метод, накожных электродов, закрепленных на лице испытуемого (см. рис. 1). Перечень компетенций, связанных с выполнением работы приведен в таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физиологическую анатомию глазницы. Принципы образования сигнала электроокулограмм ы.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Виды движения глаз.	Регистрировать ЭОГ человека в вертикальной и горизонтальной плосткостях.	Методикой дифференцировки произвольных и непроизвольных движений глаз.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Задачи исследования:

- 1. Сравнить движения глаз при фиксации на неподвижном и движущемся объектах.
- 2. Измерить длительность саккад при фиксации взгляда на объекте

Оборудование и материалы

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик Э2
- IIO «Powergraph 3.3X®»
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- 5 одноразовых электродов



Рис. 1. Размещение электродов для регистрации ЭОГ.

- Электродный гель
- Разгрузочная система для фиксации Биожезла на теле испытуемого
- Комплект текстильных застежек
- Кресло или стул с высокой спинкой, желательно с подголовником
- Лист бумаги А4 с напечатанным текстом, размер шрифта 28

Работу проводят втроем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик Э2.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет нет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Испытуемого усаживают на кресло. Поверх одежды, на грудную клетку

испытуемого надевают разгрузочную систему как показано на рис. 1.1 и 8 вводного раздела, закрепляют Биожезл на разгрузочных лямках.

- 6. На лицо испытуемого наклеивают электроды, согласно схеме, приведенной на рис. 1. Для наилучшего прилегания электродов их следует разместить на коже, как минимум, за 5 минут до начала записи, дополнительно добавив на подушечки несколько капель геля.
- 7. Подсоединяют провода в соответствии со схемой: первый положительный электрод размещают над глазницей правого глаза посередине, второй положительный- на границе подвисочной, лобной и глазничной областей справа; первый отрицательный электрод накладывают под глазницей по средней линии, второй отрицательный- напротив второго положительного на границе подвисочной, лобной и глазничной областей слева. Электрод для заземления закрепляют в лобной области над переносицей (рис. 1). Контактные провода рекомендуется заложить за ушные раковины, чтобы предотвратить натяжение и отрыв электродов.
- 8. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «ЭОГ», в результате чего возникнет поле для двухканальной записи.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Вверху отображаются движения глаз по горизонтали, внизу- по вертикали. Эксперимент состоит из 3 частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается кнопкой «Стоп».
- 11. Приступают к записи, во время которой испытуемый должен не мигая сфокусировать взгляд на предмете, который показывает ему экспериментатор, а затем отслеживать его положение. Расстояние от глаза испытуемого до объекта 25 см. Экспериментатор удерживает предмет прямо перед лицом испытуемого в течение 10 с, затем перемещает объект по горизонтали на 70 градусов влево и обратно в течение 3 секунд.

Перед движением глаз помощник экспериментатора вводит в поле комментариев слово «Влево» и нажимая клавишу «Ввод» ставит метку. Затем экспериментатор, смещает объект вправо, что сопровождается соответствующей меткой. Существенные изменения должны быть видны на верхнем графике («ЭОГ Горизонталь»).

- 12. Аналогичным образом регистрируют вертикальные движения на канале «ЭОГ Вертикаль», смещение взора отмечают метками «вверх» и «вниз». При переводе взгляда вверх должно быть положительное отклонение, а вниз отрицательное.
- 13. Испытуемого просят несколько раз мигнуть, затем останавливают запись кнопкой «Стоп». Полученная кривая должна соответствовать рис.





Рис.2. Запись движений глаз. Стрелкой показаны мигательные движения

- 14. Нажатием кнопки «Старт» начинают следующий этап. Испытуемого просят прочитать напечатанный на листе бумаге текст. По прочтении завершают данный этап нажатием на кнопку «Стоп».
- 15. В главном меню выбирают «Файл»- «Сохранить».
- 16. Полученные фрагменты записей переименовывают: для этого в поле

блоков нажимают на кнопку с обозначением треугольника, в ниспадающем меню выбирают «переименовать», заменяя значение времени записи на «произвольные движения» и «чтение».

- 17. Приступают к анализу полученных данных. Интерпретируя различные на полученных кривых учитывают, что большие зубцы феномены представлены следящими движениями глаз, а также миганиями. Heзубцы - это саккады (фиксации). Используя инструмент большие «масштаб» увеличивают участок первого фрагмента записи, где испытуемый фиксировал взгляд на объекте первые 10 с. Находят саккады. Измеряют продолжительность саккад сначала в этом фрагменте, а затем перемещаются к фрагменту «Чтение». Для измерения продолжительности саккады, выделяют ее, в меню «Анализ» выбирают «Таблицу значений». В разделе «Категория» выбирают пункт «Selection», в разделе «Функция»- пункт «Duration». Нажав F5 или изображение шестеренки, получают отображение рассчитанного параметра в свободном поле. Проделывает аналогичные измерения с другими саккадами, вычисляя их продолжительность, а затем рассчитывают среднее арифметическое. Результаты заносят в таблицу 2, отдельно для фрагмента №1 и 2.
- 18. Определяют амплитуду саккад. В категории «Statistics» выбирают Махmin. Нажав F5 или изображение шестеренки, получают отображение рассчитанного параметра в свободном поле. Проделывает аналогичные измерения других саккад, вычисляя их амплитуду на обоих каналах (по вертикали и горизонтали), а затем рассчитывают среднее арифметическое. Результаты заносят в таблицу 2, отдельно для фрагмента №1 и 2.
- Измеряют амплитуду и продолжительность следящих движений глаз для первого фрагмента по аналогичной методике, внося результаты в таблицу 2.
- 20. Формулируют выводы.

Таблица 2 Параметры различных движений глаз					
Вид движений глаз	Амплитуда	Продолжительность			
Саккада при фиксации на неподвижном объекте					
Саккада при чтении					
Следящее движение глаза по вертикали					
Следящее движение глаза по горизонтали					

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Свешников Д.С, Торшин В.И. и др. Электроокулография М.: Изд-во РУДН, 2014. 11 с.
- Гиппенрейтер Ю. Б. Движения человеческого глаза /
 Ю. Б. Гиппенрейтер. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. 256 с.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

8.1 «Регистрация электрической активности головного мозга»

Метод регистрации общей электрической активности головного мозга, записанной с поверхности головы, называется электроэнцефалографией (ЭЭГ).

В коре головного мозга всегда присутствует электрическая активность, обусловленная как специфической деятельностью ее отделов (иестная активность), либо навязанными ритмами (общая активность). Местная электрическая активность (вызванные потенциалы) отражает деятельность отдельных участков коры, например восприятие и анализ раздражителя, формирование команды, направляемой к отдельным группам мышц. В состоянии бодрствования активно функционируют все отделы коры, однако, что если какие-либо ее участки в данный момент не занимаются присущей им деятельностью, то они не находятся в состоянии полного покоя: таким участкам навязывается определенный электрический ритм.. На ЭЭГ выделяют четыре основных ритма, различающихся по амплитуде и частоте.

- 1. Бета-ритм (> 13 Гц).
- 2. Альфа-ритм (8—13 Гц).
- 3. Тета-ритм (4—8 Гц).
- 4. Дельта-ритм (< 4 Гц).

В целом, чем ниже активность мозга, тем большее количество участков коры вовлечены в общий ритм (синхронизированы), поэтому тем крупнее волны, то есть ритм медленнее и больше его амплитуда.

Так, β-ритм — самый низкоамплитудный и высокочастотный — характерен для активного бодрствования: он регистрируется, например, в затылочной доле при разглядывании предметов, в теменной и лобной доле при решении задач и пр. По сути, β-ритм представляет собой хаотичную электрическую активность.

α-ритм характерен для расслабленного бодрствования (пребывания в расслабленном состоянии с закрытыми глазами без активной умственной

деятельности);

θ-ритм и δ-ритм характерны для сна.

Таким образом, по электроэнцефалографическим ритмам можно судить об уровне общей активности коры, то есть о степени активации мозга.

Происхождение электроэнцефалографических ритмов до конца не

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Физические основы внеклеточной записи электрических потенциалов.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Основные ритмы ЭЭГ и условия их возникновения Основы постановки электродов по системе 10-20	Зарегистрировать ЭЭГ в отведении О ₁ - О ₂ в различных условиях	Методикой интерпретации ЭЭГ в затылочных отведениях. Техникой различения различных ритмов энцефалограммы

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

выяснено. Полагают, что источником α-ритма является таламус, а δ-ритма — сама кора головного мозга («собственный ритм коры»). Перечень компетенций обучающихся приведен в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой установки электродов для регистрации ЭЭГ.
- 2. Ознакомиться с методикой регистрации ЭЭГ.
- Зарегистрировать ЭЭГ бодрствующего испытуемого в покое у с открытыми и закрытыми глазами.
- 4. Проанализировать полученную энцефалограмму

Оборудование и материалы:

- Система беспроводной регистрации биологических сигналов «BioRecorder®» с программным обеспечением «Powergraph®»
- компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Датчик ДЭ
- Разгрузочный пояс, лямки, комплект текстильных застежек
- Одноразовые электроды (2 шт.)
- Электродный гель.
- Резиновый бинт Мартенса.
- Сантиметровая лента.
- Канцелярская прищепка
- Спиртовые салфетки для обработки кожи

Ход работы:

 Производят установку электродов согласно международной системе «10-20». Система разработана международным обществом энцефалографистов в 1958 г, в ней определены исходные точки отсчета, учтена вариабельность размеров и формы черепа, что позволяет сопоставлять данные различных исследователей. Кратко, 10 и 20- это процент от расстояния между опорными точками Nasion

(место пересечения носолобного шва с передней срединной линией) и Inion (затылочный бугор, хорошо прощупывается по средней линии) в вертикальной и горизональной плоскостях (рис.1).



Рис. 1. Места установки электродов по системе «10-20» (по Jasper 1958, с изменениями).

В данной работе будет использовано биполярное отведение в точках O₁ и O₂ (от occipital- затылочные). Чтобы правильно установить электроды, необходимо:

- Измерить сантиметровой лентой в саггитальной плоскости расстояние между Nasion и Inion (в сантиметрах), оно составит 100%.
- Отступить вверх от Inion по средней линии на высоту, составляющую 10% от замеренной длины. (Например, между Nasion и Inion 35 см, 10% от этого расстояния равно 3,5 см).
- Раздвинуть волосы и маркером нанести точку на кожу. Аналогично, спереди отступить вверх от Nasion по средней линии на высоту, составляющую 10% от общей длины, промаркировать точку на коже лба.
- Замерить сантиметровой лентой окружность головы между промаркированными участками *по горизонтали*, вычислить 10%. От маркированной точки в затылочной области, вправо и влево по горизонтали от-

ступить по 5% от измеренного расстояния.

- Раздвинуть волосы и протереть спиртом кожу данных областей, нанести маркером точки установки электродов О₁ и О₂ (рис.1 и 2).
- С клеящей поверхности одноразовых электродов снять защитные пленки. Густо покрыть гелем контактную и адгезивную поверхность (чтобы последняя не прилипла к волосам).
- Электрод заземления размещают на сосцевидном отростке.
- Испытуемого просят сесть на стул и наклонить голову кпереди. Устанавливают электроды по центру маркированных участков, подсоединяя к ним клеммы проводов, полярность не имеет значения. Электроды закрепляют резиновым бинтом Мартенса, которым аккуратно, чтобы не вызвать смещения, обматывают голову. Два тура бинта вокруг головы обеспечивают надежную фиксацию. Для наилучшего прилегания электродов, их следует разместить на коже, как минимум, за 5 минут до начала записи. Чтобы провода от усилителя не оттягивали электродов, желательно закрепить провода на воротнике одежды испытуемого прищепкой.
- Во время записи испытуемый должен оставаться неподвижным. В помещении, где проводится исследование, необходимо соблюдать тишину.



Рис. 2. Схема установки затылочных электродов. Провода закрепляют к воротнику канцелярской прищепкой

2. Включают компьютер.

- 3. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 4. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДЭ.
- 5. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- Биожезл закрепляют на груди на разгрузочной системе меткой (пульсирующим индикатором) вверх, в соответствии с рис. 1.6 и 8 вводного раздела.
- Испытуемый во время исследования сидит на стуле, расслабившись, кисти на бедрах. Такая поза уменьшает наводки от других скелетных мышц¹.
- Присоединяют провода к электродам. Полярность для О₁₋₂ не имеет значения. Провод заземления присоединяют к электроду за сосцевидным отростком.
- 9. Запускают программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирают пункт «Biorecorder».
- После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «ЭЭГ», в результате чего возникнет поле для трехканальной записи: сверху ЭЭГ, посредине- дыхание, внизу- сейсмокардиограмма.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Работа состоит из 4 частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- Экспериментатор нажимает кнопку «Старт», в течение 10-15 с проводят пробную регистрацию, после чего нажимает кнопку «Стоп». Испытуемый в время записи спокойно сидит, глаза открыты. Должна полу-

¹ Жевательные, глазодвигательные и глотательные мышцы вносят наиболее существенный вклад в формирование артефактов во время исследования, поэтому испытуемого просят, по возможности, не мигать, не сглатывать и не сжимать зубы- лучше, если рот будет слегка приоткрыт.

читься кривая, как на рис. 3.



Рис.3. Пример пробной регистрации ЭЭГ.

13. Выделяют участок кривой протяженностью 2-3 с, затем в меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений». В категории «Statistics» выбирают функцию «Мах-min». Затем в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить». В поле сохранения результатов появится значение разности амплитуд, оно не должно превышать 0,07-0,09 мВ. Увеличение амплитуды может объясняться сильными колебаниями изолинии. Для устранения перечисленных артефактов проверяют надежность присоединенных контактов, степень увлажнения электродов гелем, плотность прилегания электродов к голове, которую регулируют резиновым бинтом. Если наводка продолжается, пробуют также изменить взаимное положение испытуемого и компьютера, но так, чтобы
расстояние между ними не превышало 3 м. Если при повторной пробной записи артефакты удалось устранить, приступают к основному этапу регистрации.

- 13. Экспериментатор нажимает кнопку «Старт», в течение примерно 30 с проводит регистрацию. Испытуемый находится в прежнем положении, глаза открыты, старается не мигать. В строке для комментариев экспериментатор вводит текст «глаза закрыты». Через 10 с от начала записи, экспериментатор командует испытуемому закрыть глаза и нажимает клавишу «Ввод» на клавиатуре, в результате чего на кривой возникает метка с надписью.
- 14. Испытуемый остается с закрытыми глазами в течении 10 с, за это время экспериментатор вводит в поле комментариев другой текст: «глаза открыты», подает испытуемому команду открыть глаза и нажимает клавишу «Ввод».
- 15. Экспериментатор вводит в поле коммментария: «Гипервентиляция», нажимает «Ввод» и просит испытуемого быстро сделать 10- 15 глубоких вдохов и выдохов (проба на гипервентиляцию).² Завершают запись нажатием на кнопку «Стоп».
- 16. В меню программы выбирают пункт «Блок»- «Вычислить». Сформируется график обработанной ЭЭГ (рис. 4). Алгоритмом обработки предусматривается наложение частотного фильтра с полосой пропускания от 0,5 до 35 Гц. Эта операция устраняет сетевую частоту 50 Гц и все сигналы, лежащие за пределами ритмов ЭЭГ.
- 17. Сохраняют вычисления (меню «Канал-Сохранить вычисления»), а затем сохраняют и полученный файл (меню «Файл»- «Сохранить»).
- 18. Приступают к анализу данных. Необходимо определить частоту и амплитуду волн ЭЭГ при открытых и закрытых глазах, а также во время гипервентиляции. С помощью элемента «Лупа» увеличивают верти-

² Никогда не увеличивайте время гипервентиляции- это может привести к потере сознания.



Рис.4 После применения вычислений, сформируется график обработанной ЭЭГ. После метки видно изменение амплитуды и частоты (реакция на закрытие глаз)

кальные и горизонтальные размеры графика обработанной ЭЭГ (по горизонтали, как минимум, 5:1). Выделяют один циклический фрагмент записи на участке, где глаза открыты. В меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений». В категории «Statistics» выбирают функцию «Max-min», а также в категории «Selection» функцию «Duration» после чего в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить».

 Последовательно проводят по 3 измерения амплитуды и частоты для всех фрагментов. Результаты помещают в таблицу 2.

Таблица 2. Амплитуда и частота ЭЭГ в различных условиях

No	Амплитуда	Длительность	Частота (Гц, 1/
измерения	(мВ, параметр	одного цикла	длительность)
	max-min)	(с, параметр	
		Duration)	

При открытых глазах

При закрытых глазах

N₂	Амплитуда	Длительность	Частота (Гц, 1/	
измерения	(мВ, параметр max-min)	одного цикла (с, параметр Duration)	длительность)	

При вновь открытых глазах

Nº	Амплитуда	Длительность	Частота (Гц, 1/
измерения	(мВ, параметр	одного цикла	длительность)
	max-min)	(с, параметр	
		Duration)	

Во время гипервентиляции

N⁰	Амплитуда	Длительность	Частота (Гц, 1/
измерения	(мВ,	одного цикла	длительность)
	параметр	(с, параметр	
	max-min)	Duration)	
1	1	1	1

- Сопоставляют полученные данные с основными ритмами ЭЭГ, верифицируют эти ритмы.
- 21. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. М., Практика 2008. — С. 445- 447.
- Русинов В. С. и др. Клиническая электроэнцефалография под ред. В. С. Русинова; М., изд. РАМН СССР, 1973. — 340 С.
- Свешников Д.С. и др. Энцефалография, основные ритмы: учебное пособие под редакцией проф. В.И. Торшина. — М., РУДН, 2013. — 11 с.: ил.
- 4) Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.

8.2 «Выработка мигательного условного рефлекса на звук, угасательное торможение и растормаживание условного рефлекса»

К когнитивным (познавательным) функциям относят научение, память, мышление и речь. Условные рефлексы представляют собой разновидность пассивного научения, они являются хорошо исследованными феноменами высшей нервной деятельности животных и человека. Для создания условного рефлекса необходим ряд условий, главными из которых являются следующие:

- условный (индифферентный) раздражитель должен предшествовать или совпадать со временем с безусловным, при этом сила условного раздражителя должна соответствовать порогу восприятия или слегка превышать его.
- 2) сочетание двух раздражителей должно повторяться несколько раз.
- после выработки рефлекса, безусловный раздражитель из схемы опыта исключают, предъявляя лишь периодически в виде подкрепления.

Без подкрепления выработанный условный рефлекс подвергается торможению. Торможение условных рефлексов подразделяется на безусловное и условное. Одним из наиболее распространенных видов условного торможения является угасательное: отсутствие подкрепления вызывает постепенное уменьшение рефлекторной реакции, вплоть до ее исчезновения, однако выработанный рефлекс не утрачивается, поскольку способен восстанавливаться (растормаживаться) при возобновлении подкрепления.

Задачи исследования:

- Проследить образование двигательного условного рефлекса у человека.
- 2. Вызвать угасательное торможение данного рефлекса.
- Обеспечить восстановление выработанного рефлекса путем процесса растормаживания.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых в данной в работе отражены в таблице 1.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Основы высшей нервной деятельности человека	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Правила выработки условных рефлексов, виды торможения условных рефлексов	Вырабатывать условный мигательный рефлекс у испытуемого. Вызывать угасательное торможение выработанного рефлекса и вызывать процесс растормаживания	Методиками создания и торможения условных рефлексов и способом их растормаживания

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик ДП
- ΠO «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- Аудиоколонки для выведения звуковых сигналов
- Набор для выработки условного рефлекса
- Груша от тонометра для подачи воздуха
- Конусовидный штуцер для присоединения трубки от набора для выработки условного рефлекса

Работу проводят вдвоем.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер, к аудиовыходу подключают колонки для выведения звуков.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик ДП.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Испытуемого усаживают на стул таким образом, чтобы он не мог видеть действий экспериментатора и получаемых на экране кривых. Поверх одежды, на грудную клетку испытуемого надевают разгрузочную систему, как показано на рис. 1.2 вводного раздела, и закрепляют Биожезл на разгрузочных лямках с двух сторон двумя кольцеобразными фиксаторами.
- 6. Откручивают верхний колпачок на корпусе Биожезла, заменяя его на конусовидный штуцер. Штуцер соединяют с трубкой от тройника, к свободно-

ному концу подсоединяют грушу от тонометра. На клапане груши открывают вентиль и проверяют, поступает ли воздух в очки по системе трубок.

- 8. Для образования мигательного условного рефлекса у человека в безусловный раздражитель представляет собой струю воздуха, направленную на поверхность наружных оболочек глаза, вызывающую безусловный защитный рефлекс мигание. Безусловный мигательный рефлекс осуществляется синхронно двумя глазами. Струю воздуха экспериментатор получает, сдавливая грушу от тонометра, соединенную с трубкой, укрепленной в очках. В качестве индифферентного, не вызывающего мигания раздражителя, который должен стать условным, используют звук, поступающий из аудиоколонок. При вырабатывании условных рефлексов необходимо исключить все посторонние раздражения, включая разговоры, поскольку у человека, в отличие от животных, имеется вторая сигнальная система.
- 9. К коже нижнего века глаза (противоположному тому, к которому подается воздух), примерно посередине, лейкопластырем закрепляют пьезодатчик. Испытуемого просят несколько раз мигнуть, убеждаясь, что крепеж датчика надежен. Провод датчика также прикрепляют к коже щеки, предотвращая натяжения и отрыв датчика.
- На испытуемого надевают очки с подсоединенной трубкой из набора для вызова условных рефлексов. Проверяют правильность положения пьезодатчика, при необходимости меняют его положение.
- 11. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «ADC Double», затем- АЦП 1 – Biorecorder (выбрать «Auto»), АЦП 2- PlayFile (выбрать «Auto»), после чего нажимают кнопку BioRecorder + PlayFile. Возникнет диалоговое окно выбора файла для проигрывания, где следует выбрать файл «Фонограмма к 8.2.pgc», в котором хранятся звуковые сигналы для проведения работы.
- 12. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Условный рефлекс», в результате чего возникнет поле для трехканальной записи. Вверху отображается канал, отображающий подачу воздуха, посередине- мигательные движения, внизу- фонограмма аудиосигналов.



Рис.1 Выработка условного мигательного рефлекса. Сверху вниз: подача воздуха, реакция круговой мышцы глаза, фонограмма.

- 13. В меню «Сервис» выбирают пункт «Звуковой выход», в возникшем окошке указывают канал «Фонограмма», в этом случае звук будет проигрываться через колонки.
- 14. Запись будет осуществляться с частотой 10 кГц. Эксперимент состоит из 4 частей. Регистрацию начинают нажатием кнопки «Старт» и завершают нажатием на кнопку «Стоп».
- 15. Нажимают кнопку «Старт» и осуществляют пробную регистрацию. Из Колонок начинает подаваться звуковой сигнал. Убеждаются в индифферентности сигнала- он не должен вызывать мигания. Испытуемого просят несколько раз мигнуть, зарегистрировав мигательные движения на средней кривой. В последнюю очередь проверяют работу системы для подачи воздуха, для чего несколько раз сжимают грушу. Запись должна соответствовать рис. 1. Устраняют неполадки пробной записи, внимательно следуя пунктам 9-15.

Получив запись, как на рис.1, нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующему фрагменту.

- 16. Приступают к выработке условного мигательного рефлекса на звонок: нажимают кнопку «Старт» и через 1 с после подачи звукового сигнала, нажатием груши подают струю воздуха. Сочетание обоих раздражителей повторяют 5—6 раз, затем нажимают кнопку «Стоп».
- 17. Вновь нажимают кнопку «Старт». На этот раз, автоматически подаваемый звуковой сигнал (условный раздражитель) подачей воздуха (безусловный раздражитель) не сопровождают, наблюдая за сформированным мигательным условным рефлексом, воспроизводя его в течение 10-15 раз¹. Наблюдают, как постепенно уменьшается рефлекторная реакция, кнопку «Стоп» нажимают тогда, когда мигания в ответ на звук прекратятся и сформированный рефлекс будет заторможен с помощью условного угасательного торможения.
- 18. Вновь нажимают кнопку «Старт», звуковые сигналы на этот раз сопровождают подачей воздуха 3-5 раз. Получив мигания, не останавливая запись, пропускают подачу воздуха в ответ на звук, наблюдая за растормаживанием выработанного рефлекса.
- 19. Сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить»), в названии удобно указывать фамилию испытуемого. Переименовывают также и записанные блоки, подставив вместо значений времени названия этапов исследования (например: «настройка регистрации», «выработка рефлекса», «торможение рефлекса», «растормаживание»).
- 20. Приступают к анализу полученных данных. Анализируют третий фрагмент записи, отмечая, присутствует ли двигательная реакция в ответ на звук (отмечают ее значком «+» или «-») и заносят эти данные в таблицу 2.
- 21. Выделяют последовательно каждую двигательную реакцию, сопровождающую звук: открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics для источника данных «Двигательная реак-

¹ Если спустя 5—6 повторений рефлекс не сформировался, повторяют сочетание двух раздражителей еще несколько раз и вновь пробуют изолированное применение звонка.

ция» выбирают функцию Max-Min. Нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится значение амплитуды сигнала. Полученные результаты заносят в таблицу 2.

- 22. В четвертом фрагменте повторяют поиск двигательных реакций, связанных с подачей звука. Результат заносят в таблицу 2.
- 23. Формулируют выводы.

Название фрагмента		порядковый № звукового сигнала в данном фраменте									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Двигательн ая реакция (+/-)										
	Амплитуда реакции (мВ)										
	Подача воздуха (+/-)										
	Двигательн ая реакция (+/-)										
	Амплитуда реакции (мВ)										
	Подача воздуха (+/-)										

Таблица 2. Характеристика двигательных реакций условного рефлекса

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Алипов Н.Н. Основы медицинской физиологии: учебное пособие. М., Практика 2013. С. 465- 468.
- 2. Губарь А.В. и др. Руководство к практическим занятиям по нормальной физиологии под ред. Э.А. Асратяна; М., Изд. Медгиз, 1963. С. 275-277.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph v3.3.8x для Windows.

8.3 «Изучение времени сенсомоторных реакций»

Временем сенсомоторной реакции называют период от начала подачи сигнала до ответной реакции, выраженной в сокращении определенных групп мышц. В данном периоде различают различают три этапа, включающие:

1) время прохождения нервных импульсов от рецептора до коры головного мозга;

2) время, необходимое для переработки нервных импульсов в коре и организации ответной реакции в центральной нервной системе;

3) время, необходимое для осуществления мышечного сокращения.

Время реакции зависит от модальности стимула, определяемой видом раздражителя, его интенсивностью, тренированностью, настроенностью на восприятие сигнала, возраста и пола, степени сложности (простая или по выбору), оно также зависит от скорости проведения возбуждения в разных нервах, поэтому варьируется в широких пределах. Например, в слуховой и тактильной сенсорных системах она наименьшая и составляет 100-140 мс, для зрительной системы эта величина имеет значение 150-255 мс, для обонятельной — 200-300 мс, на а болевые раздражители около — 400-1000 мс. Отметим, что большая часть времени реакции затрачивается на обработку стимула в коре, где осуществляется психологическая интерпретация раздражителя и подготовка к соответствующему ответу.

По степени сложности произвольные сенсомоторные реакции можно разделить на следующие разновидности: 1) простая, 2) реакция различения, 3) реакция выбора.

Простой реакцией в психологии называют реакцию, которая осуществляется в условиях предъявления одного заранее известного сигнала и получения одного определенного ответа. Например, в ответ на звуковой, световой, тактильный и т. д. сигналы испытуемый должен как можно быстрее осуществить определенное действие — нажать на кнопку и т.п.

Реакцией различения обозначают реакцию, которая производится в условиях, когда человек должен реагировать только на один из двух или нескольких сигналов (определенный звук, изображение), а ответное действие должно совершаться только на один из них.

Реакция выбора имеет место также при предъявлении двух или нескольких сигналов, но

при условии, что нужно отвечать на каждый из них определенным действием (например нажать на кнопку несколько раз). Время реакции различения и реакции выбора, по сравнению с временем простой реакции, увеличивается на 10-20%, но может варьировать и в более широких границах, поскольку требует включения механизмов сенсорного различения и выбора программы ответных действий.

Время реакции — один из важнейших факторов профессионального отбора; имеет решающее значение при определении психофизиологических возможностей человека выполнять ответственные виды деятельности, например авиадиспетчера, пилота, водителя и т.д. Перечень знаний, умений и навыков, используемых и приобретаемых в ходе данной работы, отражены в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Измерить время слуховых моторных реакций разной степени сложности у нескольких испытуемых
- 2. Сравнить полученные результаты для одного испытуемого
- 3. Сопоставить время реакций одного типа сложности у разных испытуемых
- 4. Изучить влияние научения на время реакции.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл[®]»
- Датчик КМ
- IIO «Powergraph 3.3X®»
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом
- Аудиоколонки
- Полоска лейкопластыря.

Работу проводят вдвоем, обстановка в аудитории должна быть тихой и спокойной.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Основы высшей нервной деятельности человека. Физиологию слуховой сенсорной системы.	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Классификацию сенсомоторных реакций. Состав временных затрат на осуществление сенсомоторных реакций. Ориентировочные нормы времени реакции на различные стимулы.	Измерять время слуховых сенсомоторных реакций разной степени сложности у нескольких испытуемых. Вычислять процент ошибок при ответах	Методикой оценки результатов простой реакции, реакции различения, реакции выбора в ответ на звуковые стимулы у разных испытуемых.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Проверяют работоспособность аудиосистемы, используя средства Windows.
- 3. Из папки «Образцы файлов» с предложенного установочного диска на рабочий стол копируют файл «Фонограмма к 8.3.pgc».
- 4. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 5. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик КМ.

- 6. Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- Микрофон надежно закрепляют на передней поверхности решетки аудиоколонки с помощью лейкопластыря.
- 8. Положение Биожезла должно соответствовать рис. 1.8 вводного раздела. Испытуемого удобно усаживают за стол, предплечья без напряжения расположены на столешнице, пальцы ведущей руки (у правшей- правой, у левши левой) лежат на кнопке: испытуемый должен быть готов к нажатию в ответ на подаваемый аудиосигнал. Во время тестирования испытуемого просят закрыть глаза.
- 9. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «ADC Double», затем- АЦП 1 Biorecorder, АЦП 2- PlayFile, после чего нажимают кнопку BioRecorder+PlayFile. Возникнет диалоговое окно выбора файла для проигрывания, где следует выбрать файл «Фонограмма к 8.3.pgc», в котором хранится фонограмма сигналов для проведения работы.
- 9. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» «Время реакции», в результате чего возникнет поле для трехканальной записи. Вверху отображается канал для регистрации реакций, посередине- запись аудиосигнала, внизу- запись фонограммы аудиосигналов.
- 10. В меню «Сервис» выбирают пункт «Звуковой выход», в возникшем окне выбирают переключатель «Канал» и «Фонограмма». В этом случае из колонок, подключенных к компьютеру, в автоматическом режиме будут подаваться звуки, записанные в файле «Фонограмма к 8.3.pgc».
- 11. Запись будет осуществляться с частотой 10 кГц. Эксперимент состоит из 5 последовательных частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт». Завершение осу-

ществляется автоматически.1

12. Первый фрагмент записи- пробный. Экспериментатор нажимает на кнопку «Старт», из динамиков начинают раздаваться три контрольных сигнала, а затем основной сигнал, в ответ на который испытуемый должен потренироваться как можно быстрее нажимать кнопку. Данный фрагмент, как и все последующие завершается через 30 с серией из 3 контрольных сигналов. Во время данного этапа. Экспериментатор убеждается, что уровень громкости аудиосигнала достаточен для испытуемого и для графической регистрации фонограммы. При необходимости настраивают громкость с помощью регулятора на колонках или средствами Windows. Следует добиваться картины, как на рис.1².



Рис. 1 Внешний вид кривых при измерении времени реакции. Сверху вниз: нажатие на кнопку, записанный аудиосигнал и фонограмма

¹ Чтобы переделать тот или иной этап работы следует учесть, что фонограмма подается циклически, нажатие на кнопку «Стоп» переключает фонограмму к следующему этапу.

² Внешний вид средней кривой зависит от особенности вашей аудиосистемы и может отличаться от данного рисунка.



Рис 2. Пример измерения времени реакции. Выделен фрагмент от начала подачи звукового сигнала до момента нажатия на кнопку

13.Следующее нажатие на кнопку «Старт» начнет серию, в которой будет исследовано время простой сенсомоторной реакции. Через равные промежутки времени будет подано 10 одинаковых стимулов, испытуемому необходимо нажать и отпустить кнопку сразу после начала аудиосигнала.

14. В следующей серии тот же звуковой сигнал будет подаваться с различными промежутками.

15. Очередной этап представляет собой реакцию различения. Испытуемый должен нажимать на кнопку только на предъявление основного сигнала, игнорируя иные звуки.

16.Последний этап работы представляет собой реакцию выбора, в ответ на основной сигнал необходимо нажать и отпустить кнопку 1 раз, на другой звук- 2 раза.

17.Сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить»). Переименовывают также и записанные блоки, подставив вместо значений времени названия этапов исследования (настройка регистрации, простая реакция, простая реакция с разными промежутками подачи сигнала, реакция различения, реакция выбора).

18. Вновь сохраняют файл и приступают к анализу полученных данных. Масштабируют кривые по горизонтали (соотношение 5:1 или меньше). Затем, последовательно в каждом фрагменте, начиная со второго, выделяют участок кривой от начала звукового сигнала до нажатия на кнопку (рис.2), открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Selection выбирают функцию Duration, нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Вычисленное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Selection duration со значением в секундах. Переходят к следующему фрагменту и повторяют вычисления. Для каждого вида реакции обычно производят три измерения, вычисляя среднее арифметическое, значение которого заносят в таблицу 2.³

19. По каждому блоку записи подсчитывают процент ошибок (преждевременные нажатия, нажатие в ответ на звук иной частоты и т.п.). При поиске ошибок ориентируются на внешний вид основного сигнала на канале «Звук».

20. По заполнении таблицы 2, испытуемый меняется местами с экспериментатором и повторяет запись, начиная с п.7. данной работы.

Таблица.2 Сре	Таблица.2 Средние значения времени реакции (с)							
Простая	Простая	Реакция	Реакция					
реакция	реакция	различения	выбора					
(тестовая								
серия)								
				Время				
				реакции				
				% ошибок				

21. Проводят анализ полученных данных и формулируют выводы.⁴

³ Два первых стимула из начала каждого фрагмента обычно не обсчитывают.

⁴ Последнюю задачу исследования решают, сравнивая показатели времени простой реакции в тестовой и повторной сериях.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Бойко Е. И. Время реакции в исследованиях практически прикладного характера // Пограничные проблемы психологии и физиологии. М.: Изд. АПН РСФСР, 1961, С. 192 —209.
- 2. Свешников Д.С., Кучук А.В. Психофизиологическое тестирование: изучение времени реакции, биологической обратной связи. М.: Изд. РУДН, 2013, 12С.
- 3. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

8.4 «Инструментальная детекция лжи»

Для инструментальной детекции лжи в криминалистике, судопроизводстве, психологии и др. сферах используют различное оборудование с общим названием полиграф (polygraph, от греч. πολύ — много и γǫάφω — писать). С помощью полиграфов проводят инструментальные психофизиологические исследования, в ходе которых синхронно регистрируют параметры дыхания, сердечно-сосудистой системы, электрическое сопротивление кожи и ряд других показателей. Результаты исследования предназначены для оценки достоверности сообщённой информации.

Для регистрации физиологических данных используются следующие датчики: дыхания: верхнего (грудного) и нижнего (диафрагмального или брюшного); сердечно-сосудистой деятельности: пульса, кровенаполнения сосудов и/или артериального давления; электропроводности кожи.

Одновременный контроль указанных физиологических процессов в ходе психофизиологического исследования является строго обязательным: согласно существующим международным стандартам, исключение из хотя бы одного из этих процессов делает процедуру проверки на полиграфе невалидной.

Остальные датчики, включаемые в комплектность разных типов и моделей полиграфов, несут вспомогательную функцию. Так, датчики тремора (двигательной активности) и микрофоны могут использоваться для фиксации артефактов: движения обследуемого и внешних шумовых помех соответственно. Микрофон также может использоваться для более точной фиксации моментов вопроса-ответа и для записи фонограммы допроса¹.

Результат записи перечисленных выше параметров называется полиграммой. Общая структура полиграммы состоит из фона, реакции и артефактов.

¹ В последнее время анализ фонограмм приобретает статус самостоятельного метода. Кроме того, видеофиксация, благодаря разработанным алгоритмам анализа мимики и голоса может коренным образом изменить подход к инструментальной детекции лжи.

Фон — состояние физиологических процессов в организме человека, пребывающего в условиях покоя (у спокойно сидящего человека, которому не задают вопросов). Фон характеризуется относительной стабильностью протекающих процессов и представляет собой некоторую физиологическую норму, свойственную конкретному человеку.

Реакция — это заметное (в условиях осуществляемого наблюдения) изменение динамики регистрируемого физиологического процесса в ответ на стимул (вопрос, предмет или изображение предмета), предъявляемый в ходе психофизиологического исследования. В зависимости от индивидуальных особенностей при развитии реакции можно наблюдать усиление, ослабление или стабилизацию динамики конкретной функции. У некоторых лиц реакции могут комплексный характер: быстрыми иметь вслед за изменениями физиологического процесса (собственно реакцией на стимул) происходит последующее продолжительное изменение его динамики, то есть так называемая реакция облегчения.

Артефакт — заметное (по сравнению с фоном) изменение динамики контролируемого физиологического процесса, непосредственно не связанное с предъявляемыми в ходе психофизиологического исследования стимулами и обусловленное воздействием экзогенных (внешних) и эндогенных (внутренних) дестабилизирующих факторов. К эндогенным факторам относятся умышленные или неумышленные движения обследуемого, кашель, внезапные болевые ощущения и т.п., к экзогенным — в основном, внешние шумовые помехи.

Физиологические реакции, регистрируемые в ходе исследования, не обладают специфичностью, то есть по их информативным признакам нельзя точно установить природу вызвавшего их процесса (положительная или отрицательная эмоция, ложь, испуг, боль, какие-либо ассоциации и т. д.). Единственная объективная характеристика физиологической реакции — её устойчивость в

-203-

ответ на предъявление ситуативно значимого стимула.

Перечень знаний, умений и навыков, используемых и приобретаемых в ходе данной работы, отражены в таблице 1.

Задачи исследования:

- 1. Ознакомиться с методикой регистрации кожно- гальванической реакции (КГР).
- Зарегистрировать изменения частоты дыхания, частоты сердечных сокращений и сопротивлении кожи, связанных с раздражением сенсорных систем, когнитивным воздействием и эмоциями
- Проанализировать данные 3 каналов полиграммы, оценить ее эффективность и возможности.

Оборудование и материалы:

- Устройство беспроводной регистрации биологических сигналов «Биожезл®»
- Датчик С
- ΠO «Powergraph 3.3X®»,
- Компьютер с OC Windows XP и выше, оснащенный USB- портом.
- 2 одноразовых электрода
- Электродный гель
- Разгрузочная система и комплект текстильных застежек
- Ручка, листок бумаги, конверт
- 10 бумажных карточек с числами в заданном диапазоне

Работу проводят втроем- испытуемый, экспериментатор и его помощник.

Характеристика компетенций	Знать	Уметь	Владеть
Необходимые для выполнения работы	Основы высшей нервной деятельности человека	Интерпретировать данные статистической обработки экспериментальных данных.	Анализом данных с помощью ПО Powergraph для Windows
Приобретаемые в ходе выполнения работы	Физиологические основы и параметры объективного контроля за психоэмоциональным состоянием человека.	Определять частоту сердечных сокращений, частоту и глубину дыхания, оценивать результаты кожно- гальванической реакции.	Методикой оценки вегетативного проявления эмоций в ответ на вербальные и невербальные стимулы.

Таблица 1. Компетенции обучающихся.

Ход работы:

- 1. Включают компьютер.
- 2. Подсоединяют беспроводной приемник сигналов к USB- порту.
- 3. К корпусу Биожезла подсоединяют датчик С.
- Если подсоединение произведено правильно, на корпусе усилителя начнет прерывисто пульсировать голубой индикатор. Отсутствие пульсации может свидетельствовать о плохом контакте, либо разрядке аккумулятора. Повторное подсоединение обычно устраняет проблему контакта.
- 5. Испытуемого усаживают на стул таким образом, чтобы он не мог видеть действий экспериментатора и получаемых на экране кривых. Поверх

одежды, на грудную клетку испытуемого надевают разгрузочную систему как показано на рис. 1.1 и 8 вводного раздела, Биожезл закрепляют спереди на разгрузочных лямках. Метка (или пульсирующий индикатор) на корпусе Биожезла должны быть ориентированы кпереди.

- Перед наклеиванием электродов проверяют состояние кистей: поверхность кожи пальцев должна быть теплой, в противном случае кисти рекомендуется разогреть потиранием друг о друга, либо поместить в теплую воду, а затем насухо вытереть.
- 7. На дистальные фаланги указательного и безымянного пальцев приклеивают одноразовые электроды, предварительно нанеся на контакты электродный гель, после чего к электродам прикрепляют клеммы датчиков. Для надежности электроды с датчиками закрепляют полосками лейкопластыря.
- 8. Экспериментатор запускает программу «Powergraph Pro», в меню «Выбор АЦП» выбирает пункт «Biorecorder».
- 9. После запуска программы, в меню «Файл» выбирают: «Загрузить настройки» - «Детекция лжи», в результате чего возникнет поле для трехканальной записи. Вверху отображается канал с кожным сопротивлением, посередине- запись дыхательных движений, внизусейсмокардиограмма.
- Запись будет осуществляться с частотой 1 кГц. Эксперимент состоит из четырех частей, каждая начинается при нажатии на кнопку «Старт» и завершается нажатием на кнопку «Стоп».
- 11. Нажав на кнопку «Старт» проводят пробную регистрацию. Испытуемого просят закрыть глаза и расслабиться. Через 1-2 мин экспериментатор незаметно прикасается к лицу испытуемого. На канале с кожногальванической реакцией должен возникнуть мощный ответ. Проверяют также тождественность кривых образцу на рис.1, в случае успешной записи нажимают кнопку «Стоп» и приступают к следующему этапу.



Рис. 1. Полиграмма. Снизу вверх: кожно- гальваническая реакция, регистрация дыхания, сейсмокардиограмма.

- 12. Нажимают кнопку «Старт» и осуществляют регистрацию, в ходе которой испытуемый должен односложно отвечать на вопросы «Да» или «Нет», при этом не обязательно, чтобы ответы были правдивыми. Экспериментатор задает вопросы строго по опроснику, который надо создать заранее по образцу, приведенному в таблице 3. Главное, чтобы задаваемый вопрос не предполагал более двух вариантов ответов. Номера заданных вопросов экспериментатор вводит в строку комментариев, а когда задает вопрос, то нажимает кнопку «Ввод», после чего на графике ставится метка. Помощнику экспериментатора также выдают бланк с вопросами, где он фиксирует ответы испытуемого на бумаге. Вопросы задают с интервалом 30-40 с, ориентируясь на кожно- гальваническую реакцию. Для завершения этого этапа нажимают кнопку «Стоп».
- 13. Следующий этап работы заключается в «отгадывании» задуманного

испытуемым числа. Испытуемого просят загадать число в определенном интервале- например от 1 до 10, а затем записать данное число на бумаге 10-15 раз, причем в половине случаев в виде цифр, например: «4», а в половине- в виде слова: «четыре». Разумеется, испытуемый не показывает своих записей никому в аудитории, складывает листок с записями и помещает его в конверт. Информацию о задуманном числе испытуемый должен скрывать как «тайну», на каждый вопрос намеренно отвечая «нет».

- 14. Экспериментатор нажимает кнопку «Старт», помощник по команде экспериментатора становится напротив испытуемого и предъявляет ему карточки, громко называя число. Продемонстрировав карточку в течение 5 секунд, помощник откладывает ее в сторону, чтобы потом перемешать и предъявить снова- каждую карточку следует продемонстрировать по 2 раза. Экспериментатор ставит метки на кривой, вводя в поле комментария предъявленное число и нажимая «Ввод» на клавиатуре. Первый вопрос этой серии должен быть контрольным, например демонстрация буквенного впоследствии он не рассматривается поэтому может и не символа, Желательно придерживаться того же темпа относиться к теме. предъявления вопросов, что и на предыдущем этапе. По завершении нажимают кнопку «Стоп», сохраняют файл (меню «Файл»- «Сохранить»).
- 15. Переименовывают фрагменты записи: вместо времени создания, фрагментам присваивают имена: «пробная запись, опросник, отгадывание числа». Для этого в поле «Блок» нажимают правую кнопку мыши и в ниспадающем меню выбирают пункт «Переименовать». Вновь сохраняют файл и приступают к анализу полученных данных.
- 16. Параметрами анализа будут: ЧСС по данным сейсмокардиографии, ЧДД и глубина дыхания по данным акселерометра, а также выраженность кожногальванических реакций. Полученные данные заносят в таблицу 2. Для фрагмента «Опросник» отмечают характер ответов (истина или ложь).
- 17. Определяют частоту сердечных сокращений по СКГ. Для этого выделяют один цикл, расположенный на кривой после метки вопроса, в «Таблице значений» на канале «Сейсмокардиограмма», выбирают категорию

«Selection» и функцию «Duration», а в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить». Вычислив длительность одного цикла (Меню-Функция-Вычислить), повторяют измерения для трех других соседних циклов. Рассчитывают среднее значение частоты сердечных сокращений по формуле: ЧСС= 60/Усредненный интервал (с). Например, интервал = 0,81 с, ЧСС=60/0,81=74 уд. мин. Результат вносят в таблицу 2 в графу ЧСС.

- 18. Частоту дыханий рассчитывают аналогичных способом, как и в п 16, уже для канала «Дыхание» и по подобной формуле. Для определения глубины дыхания выделяют один цикл после метки, открывают меню «Анализ», выбирают пункт «Таблица значений», в категории Statistics для канала «Дыхание» выбирают функцию Max-Min, нажимают на изображение шестеренки или клавишу F5. Рассчитанное значение должно отобразиться в свободном поле, где появится запись Max-min. Проводят 3 вычисления, рассчитывая среднее арифметическое. Результаты вносят в таблицу 2 в графы «ЧДД» и «Глубина дыхания», соответственно.
- 19. Измеряют амплитуду зубцов кожно- гальванической реакции, выделив один зубец после метки. В меню «Анализ» выбирают пункт «Таблица значений».

Таблица 2. Оценка различных параметров при инструментальной детекции лжи

а) Опросник

№ вопроса	Положите льный ответ	Отрицател ьный ответ	Истина (+) ложь (-)	ЧСС (уд/ мин)	ЧДД (дых/ мин	Глубина дыхания (g)	Кожно- гальван ическая реакция (мкВ)
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							

Таблица 2. Продолжение								
б) Отгадывание числа								
Число	о ЧСС (уд/мин) № попытки		ЧДД (дых/мин)		Глубина дыхания (g)		Кожно- гальваническая реакция (мкВ)	
			№ по	№ попытки		№ попытки		№ попытки
	1	2	1	2	1	2	1	2
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
В кате	гории «St	tatistics»	выбиран	ют фун	кцию «М	Max-min»	, после	чего в

В категории «Statistics» выоирают функцию «Мах-тіп», после чего в подменю «Функция» выбирают пункт «Вычислить» для канала «КГР», результаты заносят в таблицу 2.

Таблица 3. Бланк опросника и примерный список вопросов

- 1. Вы студент?
- 2. У Вас четыре ноги?
- 3. Вы употребляете наркотики?
- 4. Вас недавно вызывали в деканат за неуспеваемость?
- 5. Вы всегда переходите дорогу в положенном месте?
- 6. Вам меньше 10 лет?
- 7. Вы прилетели с другой планеты?
- 8. Вы часто списываете?
- 9. Вы никогда не пользуетесь мобильным телефоном на экзамене?
- 10. Вы честно ответили на все вопросы?

20. Формулируют выводы.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- 1. Свешников Д.С, Кучук А.В. Полиграфия и ее возможности М., РУДН, 2013. 11 С.
- Холодный Ю. И. Анализ физиологических реакций, регистрируемых в процессе опроса с использованием полиграфа: практическое пособие. — М., 1999. — С. 6. — 52 с.
- 3. Оглоблин С. И., Молчанов А. Ю. Инструментальная «детекция лжи»: академический курс. Ярославль: Нюанс, 2004. 464 с.
- 4. Измайлов Д.Ю. Справка ПО Powergraph 3.3X for Windows.

Оглавление

Вводный раздел	4-23
1.1 Динамометрия и электромиография	24-30
 1.2 Измерение электромеханической задержки при произвольных изометрических сокращениях сгибателей предплечья 	31-36
2.1 Измерение артериального давления по методу Рива-Роччи	37-42
2.2 Измерение артериального давления по методу Н.С. Короткова	43-49
2.3 Электрокардиография, основные параметры ЭКГ	50-60
2.4 Сейсмокардиография	61-67
2.5 Фонокардиография и ЭКГ	68-74
2.6 Изменение ритма сердца при проведении функциональных проб	75-82
2.7 Сфигмография	83-89
2.8 Измерение скорости распространения пульсовой волны	90-96
3.1 Функциональные пробы с задержкой дыхания	97-102
3.2 Регистрация пневмограммы в различных условиях	103-108
4.1 Определение основного обмена по формуле Рида и номограмме	109-114
4.2 Термометрия	115-119
4.3 Опыт Броун- Секара	120-125
5.1 ЭМГ жевательных мышц	126-131
5.2 Поверхностная электрогастрография	132-139
6.1 Исследование времени коленного рефлекса	140-147
6.2 Исследование времени рефлекса по Тюрку	148-153
6.3 Зависимость времени рефлекса от величины рецептивного поля	154-159
7.1 Определение вестибулярной устойчивости	160-166
7.2 Запись движения глаз с помощью метода электроокулографии	167-173
8.1 Регистрация электрической активности головного мозга	174-184
8.2 Выработка мигательного условного рефлекса на звук, угасательное торможение и растормаживание условного рефлекса	185-192
8.3 Изучение времени сенсомоторных реакций	193-200
8.4 Инструментальная детекция лжи	201-210
Оглавление	211

Подписано в печать 13.02.2019. Формат 60*84/8. Гарнитура Times New Roman. Усл.печ.л. 26,5. Тираж 500 экз. Заказ № 1422 Отпечатано в типографии «Alicegroup» 105118, Россия, Москва, ул. Измайловское ш.,6, оф. №6 Тел.: +7(999) 869-23-77 www.alicegroup.ru