

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГАОУ Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Институт биологии и биомедицины
Кафедра физиологии и анатомии

Дерюгина А.В.
Шабалин М.А.

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВОВ И МЫШЦ. ФИЗИОЛОГИЯ ЦНС

Нижегород
2019

УДК 612.1
ББК Р 345.1

Физиология нервов и мышц. Физиология ЦНС. Составители: Дерюгина А.В., Шабалин М.А. - Нижний Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета, 2019.- 41 с.

Рецензент

д.б.н., проф. Веселов А.П.

В учебно-методическом пособии изложены материалы для проведения практических работ по курсу физиологии человека и животных по темам: возбудимые ткани, физиология центральной нервной системы. Данное руководство предназначено для студентов, обучающихся по специальностям «Стоматология», «Лечебное дело».

**© Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского, 2019**

Содержание

Введение	
Этика физиологического эксперимента	
Техника безопасности на практических занятиях студентов	
Оформление отчетов по практическим работам	
Глава 1. Физиология возбудимых тканей	
Занятие № 1. Электрические явления в возбудимых тканях	
Практическая работа № 1. Приготовление нервно-мышечного препарата	
Практическая работа № 2. Первый опыт Гальвани	
Практическая работа № 3. Второй опыт Гальвани	
Практическая работа № 4. Вторичный тетанус (опыт К. Маттеуччи)	
Практическая работа № 5. Значение физиологической целостности нерва для проведения возбуждения	
Практическая работа № 6. Определение порога возбудимости нервно-мышечного препарата при прямом и непрямом раздражении	
Практическая работа № 7. Зависимость амплитуды мышечного сокращения от силы раздражения	
Занятие № 2. Физиология мышц	
Практическая работа № 1. Запись кривой одиночного мышечного сокращения и ее анализ	
Практическая работа № 2. Запись тетанического сокращения скелетной мышцы. Оптимум и пессимум частоты и силы раздражения при тетанусе	
Занятие № 3. Сила и работа мышц. Утомление. Парабиоз	
Практическая работа № 1. Работа мышцы. Зависимость величины работы от нагрузки	
Практическая работа № 2. Локализация утомления в нервно-мышечном препарате	
Практическая работа № 3. Парабиоз и его фазы	
Практическая работа № 4. Динамометрия. Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти	
Глава 2. Физиология центральной нервной системы	
Занятие № 1. Рефлекс и рефлекторная дуга. Свойства нервных	

центров	
Практическая работа № 1. Рецептивное поле рефлекса	
Практическая работа № 2. Определение времени рефлекса соотношение между силой раздражения и временем рефлекса	
Практическая работа № 3. Анализ рефлекторной дуги	
Практическая работа № 4. Явление суммации в нервных центрах	
Практическая работа № 5. Взаимное торможение спинальных рефлексов	
Практическая работа № 6. Иррадиация возбуждения в нервных центрах	
Практическая работа № 7. Принцип доминанты	
Список литературы	

Введение

Практически все наши знания в области физиологии человека базируются на результатах лабораторных экспериментов, благодаря которым была получена информация, изложенная в учебниках и лекциях. Экспериментальный подход используется для разрешения многих остающихся загадок в работе организма, и только эксперимент дает возможность понять физиологию как науку. Кроме того, физиология составляет теоретическую основу медицины, ее фундамент, и, следовательно, физиологический эксперимент рассматривается как важный этап научных клинических исследований. Очевидно, что лабораторный практикум должен быть неотъемлемой частью обучения студентов основам физиологии человека и животных.

Общие цели практикума:

- продемонстрировать, как физиологические процессы, изучаемые в теоретическом курсе, реально протекают в живом организме;
- дать общее представление о некоторых физиологических методах и приборах, используемых для наблюдения физиологических явлений и измерения их параметров;
- изучить механизмы, контролирующие, физиологические функции организма.

Этика физиологического эксперимента

Обязательным условием проведения физиологических экспериментов является соблюдение правил гуманного обращения с животными. В 1984 году были утверждены Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием животных. В этом документе Европейского совета по научным исследованиям и Консультативного комитета ВОЗ по медицинским научным исследованиям указываются важнейшие принципы постановки медико-биологического эксперимента.

В России порядок использования животных в эксперименте определяется рядом документов, утвержденных руководителями всех ведомств, в которых могут проводиться такого рода исследования. Основным документом являются «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных». В этом документе оговорено, что исследователь имеет право использовать животных в эксперименте, однако при этом должен неукоснительно соблюдать ряд положений:

- Проводить эксперимент с использованием животных можно только в государственных учреждениях, имеющих соответствующую экспериментальную базу.

- Постановка такого рода экспериментов допускается только в тех учреждениях, где есть оборудованный виварий, укомплектованный штатом сотрудников, обслуживающих животных.
- Проводить эксперименты с животными должны лица, имеющие высшее образование по биологическим, медицинским, ветеринарным и зоотехническим специальностям;
- Модель эксперимента должна отвечать требованиям гуманного обращения с животными и в случае проведения любых болезненных манипуляций, необходимо применение наркоза.
- Выполнение требований гуманного обращения с животными должно быть отмечено при изложении методики и результатов эксперимента в научных публикациях или составлении отчетов.
- Для экспериментов следует отбирать здоровых животных надлежащего вида, ограничиваясь тем минимальным их количеством, которое требуется для получения научно достоверных результатов.
- Следующим по порядку и степени важности пунктом рекомендаций ставится требование этического отношения к животным. Исследователям и другому персоналу всегда надлежит относиться к животным как к чувствительным к различного рода воздействиям существам и считать своим этическим долгом обращаться с животными и использовать их таким образом, чтобы свести к минимуму причиняемые им неудобства и боль.

Техника безопасности на практических занятиях студентов

Программа обучения студентов по курсу «Физиология животных»

предусматривает выполнение ими практических работ и овладение определенными практическими навыками работы с колюще-режущими инструментами, электроприборами, компьютерной техникой, исследовательским оборудованием, лабораторной посудой, химическими реактивами, экспериментальными животными и биологическими жидкостями.

Проведение практических работ безопасно, если соблюдаются следующие условия:

- выполняются правила техники безопасности;
- соблюдаются дисциплина, тишина, порядок и чистота на рабочих местах;
- все студенты имеют рабочую одежду (халаты и шапочки);
- каждая работа начинается с подробного уяснения методики ее выполнения и получения разрешения преподавателя;
- используются только исправные электрооборудование и приборы и соблюдаются правила их эксплуатации;
- имеется дежурный (из числа студентов группы), который следит за состоянием учебных лабораторий, при необходимости проветривает помещение, выключает воду и электричество.

Более подробную информацию по технике безопасности можно найти в соответствующих инструкциях. Для профилактики инфицирования студент должен соблюдать следующие правила.

- При работе с кровью или другими биологическими жидкостями, а также при использовании для выполнения работ колюще-режущих инструментов всегда следует помнить об угрозе инфицирования ВИЧ, вирусным гепатитом, сифилисом и другими инфекциями, передающимися через кровь.
- Студенты с травмами (ранами) на руках, экссудативным поражением кожи, мокнущими дерматитами отстраняются на время заболевания от контакта с кровью, а также с колюще-режущими инструментами.
- При манипуляциях, предусматривающих контакт с кровью, тканями и биологическими жидкостями, обязательно использовать перчатки.
- После завершения работы руки следует вымыть. Не рекомендуется дважды использовать ту же пару перчаток, так как это может привести к их дефекту, что снижает их значение как эффективного барьера.
- При возможном разбрызгивании крови или других биологических жидкостей следует использовать хирургические маски, очки или защитные экраны.
- Весь медицинский инструментарий (а также посуда, белье, аппараты и др.), загрязненный кровью, биологическими жидкостями, а также соприкасавшийся со слизистыми оболочками, сразу после использования подлежит дезинфекции в соответствии с приказами Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации и другими нормативными документами.

- Применяемые для проведения работ материалы (вата, бинты) обеззараживают согласно этим же приказам с последующей утилизацией.

Мероприятия при ранениях, контактах с кровью и другими биологическими материалами

Если контакт с кровью или другими жидкостями произошел с нарушением целостности кожных покровов (укол, порез), пострадавший должен сделать следующее:

- снять перчатки рабочей поверхностью внутрь;
- выдавить кровь из раны;
- вымыть руки под проточной водой с мылом, а затем обработать поврежденное место одним из дезинфектантов (70% спирт, 5% настойка йода);
- наложить на рану пластырь, надеть напальчник;
- при необходимости продолжить работу - надеть новые перчатки.

В случае загрязнения кожи кровью или другой биологической жидкостью без повреждения необходимо:

- обработать кожу одним из дезинфектантов (70% спирт, 3% раствор хлорамина);
- промыть место загрязнения проточной водой с мылом и повторно обработать 70% спиртом.

При попадании биологического материала на слизистые оболочки:

- полости рта - прополоскать 70% спиртом;
- полости носа - закапать 30% раствор альбуцида;
- глаза - промыть водой (чистыми руками), закапать 30% раствор альбуцида. Для обработки носа и глаз можно использовать 0,05% раствор перманганата калия.

При попадании биоматериала на халат, одежду:

- продезинфицировать перчатки;
- одежду снять и замочить в дезинфицирующем растворе (кроме 6% перекиси водорода, нейтрального гипохлорида кальция, которые разрушают ткани) или поместить в пакет для автоклавирования;
- кожу рук и других участков тела под загрязненной одеждой протереть 70% спиртом, затем промыть водой с мылом и повторно протереть спиртом;
- загрязненную обувь двукратно протереть ветошью, смоченной в растворе одного из дезинфицирующих средств.

Аптечка для экстренной медицинской помощи:

- напальчники (или перчатки) из расчета 1-2 на каждого студента в смену;

- лейкопластырь - 1 катушка, ножницы - 1 шт.;
- перманганат калия в навесках по 0,05 г - 3 навески;
- емкость для разведения перманганата калия с маркировкой 1 л;
- спирт этиловый 70% - 50 мл;
- тубик-капельница 30% раствора альбумида - 1 -2 шт.;
- 5% настойка йода и 3% раствор перекиси водорода;
- перчатки резиновые - 3 пары, очки - 3 шт., фартуки пластиковые - 2 шт., маски 4-слойные - 3 шт.;
- мешок пластиковый большой для сбора загрязненной одежды - 1 шт.;
- навески дезинфицирующих средств: хлорамин по 30 г; 3 навески (каждая хранится отдельно);
- емкость для разведения дезинфицирующих средств - 1 шт.

После ознакомления с правилами и получения инструктажа по технике безопасности студент расписывается в «Журнале контрольных листов инструктажа студентов по технике безопасности».

Оформление отчетов по практическим работам

Накопление знаний в любой области происходит путем активного

общения ученых, которое состоит в публикации результатов экспериментов в научных журналах и выступлениях на конференциях, съездах и симпозиумах. Поэтому в задачу практикума входит не только знакомство с основами экспериментальной работы, но и обучение студентов правилам изложения результатов научной работы в виде письменных отчетов (протоколов) и устных сообщений. Письменный отчет предлагается строить по тем же правилам, которые обычно предъявляют к публикации экспериментальных материалов научные журналы. Отчет по практическим занятиям включает основные разделы, которые присутствуют в научной статье - «Введение», «Методика», «Результаты работы», «Обсуждение», «Выводы» и «Литература».

Введение. В нем содержится небольшое количество базовой информации по изучаемой проблеме, и формулируются цели эксперимента. Дается определение основных исследуемых физиологических явлений и понятий, можно описать ожидаемые результаты экспериментов. Необходимо помнить о правильном цитировании в этой части отчета всех использованных источников информации. **Включайте в эту часть отчета только ту информацию, которая имеет отношение к данной работе!**

Методы (методика). Сюда входит краткое описание объекта исследования, материалов, приборов, оборудования, веществ и реактивов, а также методических подходов, используемых в эксперименте. Описание методов должно быть достаточно детальным, чтобы другие исследователи могли по нему повторить эксперимент. Вместе с тем, следует избегать излишней детализации, а лучше сослаться на оригинальный литературный источник, где методические приемы рассмотрены подробно. Если Вы внесли какие-то модификации в проведение эксперимента, это необходимо обязательно отразить в описании. **Не забудьте указать дозы и концентрации применяемых препаратов.**

Результаты работы. Этот раздел может быть оформлен отдельно или вместе со следующим разделом «Обсуждение результатов».

Полученные в эксперименте результаты могут быть представлены в виде оригинальных записей на ленте самописца, кардиографа или электроэнцефалографа. Необходимо указать скорость движения ленты, параметры наносимых раздражений с точной фиксацией момента нанесения и прекращения действия стимула (в подписях к иллюстрациям даются соответствующие пояснения). Если регистрация производилась с экрана осциллографа, по шкале манометра и т.п., то результаты эксперимента удобнее представить в виде таблицы. В таблицу вносятся полученные значения исследуемых параметров и единицы их измерения.

Если возможно, то для выявления основных закономерностей изучаемых явлений по полученным данным строят графики. Они должны быть аккуратными и понятными. Не надо строить каждый график на листе формата А4, но и уменьшать его до размеров почтовой марки не стоит. Графики должны иметь заголовки (подпись), обозначения параметров по осям с единицами измерения, номер и разъяснения применяемых в нем

обозначений (легенда); в них вносят все экспериментальные точки и рассчитанные параметры.

Обсуждение результатов. Это самый важный раздел отчета, выявляющий глубину понимания изучаемой проблемы и умение применить теоретические знания при объяснении результатов, полученных в реальном эксперименте. Обсудите Ваши результаты с точки зрения современных представлений науки. Попытайтесь представить механизмы, лежащие в основе наблюдаемых явлений. Объясните, какое значение обнаруженный способ регуляции имеет в работе целого организма. В случае расхождения полученных результатов с теоретически ожидаемыми, попробуйте выявить возможные причины этих расхождений. Высказывая предположения, не забывайте об ограничениях, которые имеют любая методика и техника измерений.

Выводы. В них кратко, по пунктам перечисляются основные результаты и закономерности, обнаруженные в эксперименте. Например: «При увеличении амплитуды стимула от ... мВ до ... наблюдается возрастание амплитуды мышечного ответа. Дальнейшее усиление стимула не приводит к изменению мышечного ответа». (Не надо еще раз объяснять механизмы наблюдаемых явлений – они уже изложены в разделе «Обсуждение».)

Литература. В конце работы в алфавитном порядке должны быть перечислены все литературные источники, которые Вы использовали при оформлении отчета и на которые ссылались в теоретическом введении.

Таким образом, ясно, что лабораторный отчет (протокол) должен быть кратким и объективным. Ключевым моментом является законченность и логичность изложенного. Вдумчивый подход к объяснению расхождений итогов эксперимента с теорией гораздо правильнее попыток их не заметить! Это приучит Вас, как будущих исследователей, к аккуратности и критичности в оценке получаемых результатов.

Инструменты для препарирования

Для выполнения работ, приведенных в практикуме, можно обойтись следующим набором инструментов (рис. 1):

Ножницы большие с прямыми концами один из которых острый (1).

Ножницы маленькие (глазные) для тонкой препаровки, необходимые при выполнении большинства работ по физиологии нервной системы и физиологии кровообращения (2).

Пинцеты: анатомический (6), глазной (5).

Препаровальная игла (4).

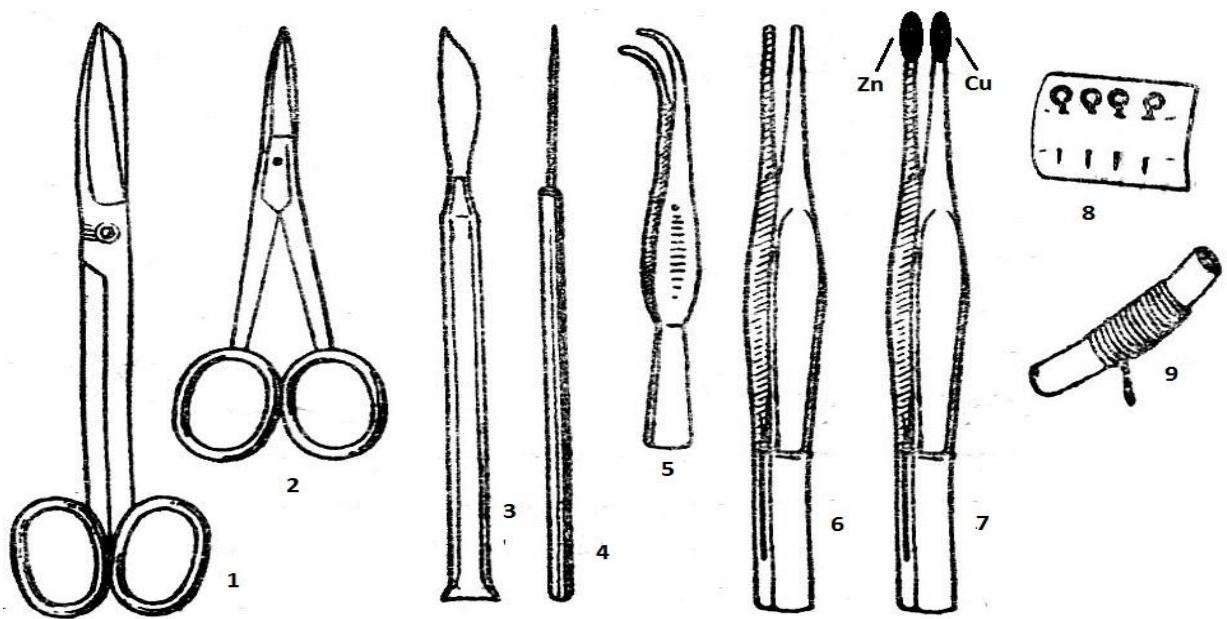


Рис. 1 Инструменты для препарирования (пояснения в тексте)

Булавки (главным образом, для прикрепления лягушки к пластинке). Их должно быть не менее четырех, и лучше не рассыпать их в коробочке, а давать закрепленными в бумажной подложке (8).

Скальпель (3) выдается только для некоторых работ, например для вскрытия глаза, для операции к опыту сеченовского торможения.

Нож для зачистки контактов, электродов, проводов и др.

Лигатура или нитки (9) (для удобства наматываются на резиновую трубочку).

Гальванический пинцет (7) Пинцет изготовлен из хирургического пинцета с напайками из пластин Cu и Zn на браншах.

Различные зажимы и канюли (выдаются при выполнении соответствующих работ и в постоянный набор инструментов не включаются).

Рекомендуется выдавать каждому студенту такой набор инструментов, какой необходим для выполнения данного лабораторного задания.

Способы обездвиживания лягушки

В проведении практикума по физиологии необходимо обездвигнуть лягушку либо путем разрушения головного и спинного мозга, либо путем наркотизации. Разрушение головной и спинной мозга лягушки можно проводить следующими способами:

Разрушение головного и спинного мозга (рис.2). Возьмите лягушку в левую руку спиной вверх, так чтобы большой палец лежал на ее спине. Указательный палец положите на верхнюю челюсть лягушки и наклоните ее голову вниз. В таком положении хорошо видно место расположения затылочной ямки. Через ямку между затылочной костью введите иглу в

полость черепа и разрушите головной мозг. Затем поверните иглу в противоположном направлении позвоночником и введите в спинномозговой канал, разрушая спинной мозг несколькими поворотами иглы. Общее расслабление мышц лягушки и отсутствие у нее рефлекторных реакций свидетельствуют о полном разрушении головного и спинного мозга. При этом способе обездвиживания лягушки теряется очень мало крови.

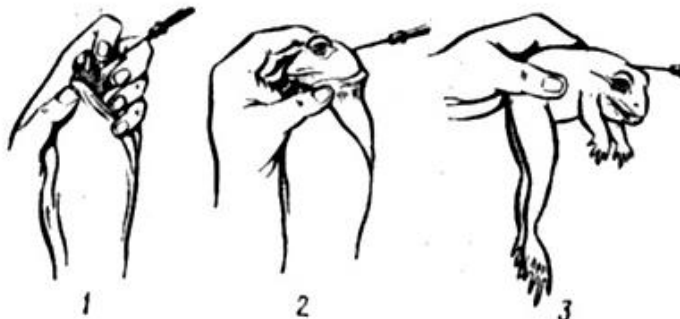


Рис. 2 Схема разрушения головного и спинного мозга

Декапитация с последующим разрушением спинного мозга. Возьмите лягушку в левую руку, а правой введите как можно глубже нижнее лезвие ножниц в рот под заднюю часть верхней челюсти за глаза. Быстрым движением отрежьте верхнюю челюсть на уровне заднего конца барабанных перепонок (нижнюю челюсть сохраните). В отверстие спинномозгового канала введите препаровальную иглу и разрушите спинной мозг.

Применение наркоза (эфира, спирта, уретана). Наркоз в учебном практикуме используется редко. Для наркотизации лягушки применяется 10%-ный раствор спирта или 2%-ный раствор эфира. Лягушку отпускают в раствор на 10-15 мин. Расслабление мускулатуры и отсутствие двигательной активности – хорошие показатели достаточного действия наркоза.

Фиксация лягушки

В целом ряде работ используется спинальный препарат лягушки - лягушка, у которой разрушен головной и сохранен спинной мозг. При препаровке соответствующих нервов и мышц и проведении исследований спинальную лягушку необходимо закрепить на пластинке неподвижно. Лучше всего фиксировать ее на пробковой (или парафиновой) пластинке размером 20x10 см.

Фиксируя лягушку на пластинке, важно хорошо натянуть ее конечности, чтобы они были неподвижными и не мешали записи ответных реакций. Булавки необходимо вкалывать в направлении, противоположном движению конечности: иначе лапки скользят по булавке, и фиксация не обеспечивается.

Глава 1. Физиология возбудимых тканей

Занятие № 1. Электрические явления в возбудимых тканях

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Физиология как наука, её основные понятия и предмет изучения.
2. Методы физиологических исследований.
3. Раздражители: определение и классификация.
4. Возбудимые ткани. Общие свойства возбудимых тканей.
5. Электрические явления в возбудимых тканях. История их открытия.
6. Современные представления о механизмах возникновения биопотенциалов.
 - 6.1. Биологические мембраны, их строение и функции.
 - 6.2. Ионная асимметрия между наружной и внутренней средами клетки.
 - 6.3. Ионные каналы, их классификация и роль.
 - 6.4. Виды транспорта ионов через мембраны, их роль.
 - 6.5. Состояние функционального покоя. Мембранный потенциал покоя (МПП), его происхождение. Регистрация МПП с помощью микроэлектродной техники.
 - 6.6. Деятельное состояние тканей. Мембранный потенциал действия, его фазы и их происхождение.
7. Понятие о возбудимости. Мера возбудимости. Соотношение фаз возбудимости с фазами потенциала действия. Понятие о лабильности возбудимых тканей.

Практическая работа № 1

Приготовление нервно-мышечного препарата

Цель работы: овладеть методикой приготовления нервно-мышечного препарата.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы:

1. Приготовление препарата задних лапок.

Взять лягушку, завернуть в марлевую салфетку так, чтобы передние конечности лягушки были прижаты к телу, а голова оставалась свободной (рис. 3). Обездвижить лягушку путем разрушения головного и спинного мозга. После разрушения спинного мозга вынуть иглу из спинномозгового канала и проверить наличие рефлексов. Взять лягушку за задние лапки так, чтобы брюшко ее отвисало, перерезать позвоночник поперек, сделать два разреза справа и слева позвоночника, подрезая кожу вместе с мышцей до симфиза (рис.3.1). Отрезать и удалить свисающие внутренности, а также кожу и мышцы брюшной стенки так, чтобы остались задние конечности с крестцом, кусочком позвоночника и выходящими из сохраненного остатка спинномозгового канала седалищными нервами. Держа одной рукой позвоночник, другой захватить край кожи салфеткой и снять ее. Получается препарат двух задних лапок лягушки (рис.3.2).

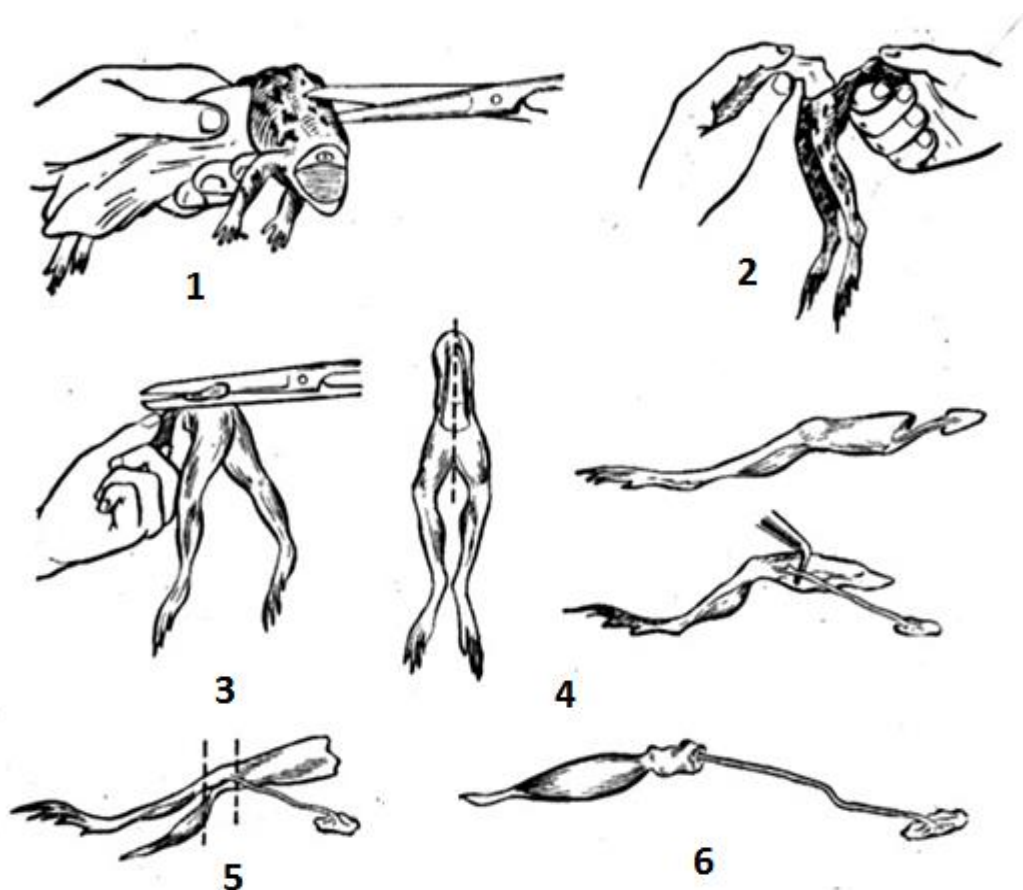


Рис. 3 Приготовление нервно-мышечного препарата (пояснения в тексте)

2. Приготовление реоскопической лапки.

Препарат задних лапок лягушки взять за позвоночник и перегнуть так, чтобы копчик выдавался вверх. Вырезать копчик ножницами. Положить препарат брюшной стороной вверх (рис. 3.3). Стараясь не задеть нервных стволиков крестцового сплетения, разрезать по средней линии позвоночник и отделить лапки друг от друга. Придерживая остаток позвоночника выделить седалищный нерв с использованием стеклянных крючков. Удалить тазовую кость, перерезав ее около позвоночника и тазобедренного сустава (рис. 3.4).

3. Приготовление нервно-мышечного препарата.

Следующим этапом работы является препарирование седалищного нерва и икроножной мышцы. Для препарирования нерва бедро располагают задней поверхностью вверх, мышцы разводят и препарируют лежащий в глубине седалищный нерв по всей его длине. Приподняв нерв за остаток позвоночника, нужно осторожно подрезать ножницами окружающие ткани. Перерезать лапку на полтора сантиметра выше коленного сустава (рис. 3.5). Удалить остатки мышц бедра. Подвести под ахиллово сухожилие браншу ножниц, отделить его по всей длине и подрезать ниже сесамовидной косточки. Захватив сухожилие пинцетом, оттянуть икроножную мышцу в сторону, разрывая фасции, связывающие ее с другими тканями. Перерезать

лапку ниже коленного сустава. Получается нервно-мышечный препарат икроножной мышцы и седалищного нерва (рис. 3.6). Препарат поместить в чашку Петри содержащую раствор Рингера или 0,6% раствор натрия хлорид.

Результаты работы и их оформление. Зарисовать в протоколах приготовленные по этапам препараты.

Практическая работа № 2

Первый опыт Гальвани

Цель работы: ознакомиться с опытом Л. Гальвани, на основании которого впервые был поставлен вопрос о существовании «животного электричества».

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, гальванический пинцет, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы использовать препарат задних лапок лягушки. Препарат поместить на стеклянную пластинку. Прикоснувшись к нервным сплетениям браншами гальванического пинцета, наблюдать возникающие при этом сокращения мышц.

Результаты работы и их оформление. Зарисуйте схему опыта.

Сделайте вывод, поясняющий, что является источником электричества и что приводит к сокращению мышц.

Практическая работа № 3

Второй опыт Гальвани

Цель работы: ознакомление с опытом, показывающим раздражающее действие тока, возникающего непосредственно в тканях.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, гальванический пинцет, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы использовать реоскопическую лапку лягушки. Препарировать седалищный нерв до коленного сустава. Сохраняя нерв отсечь бедро в нижней его трети. Быстро набрасывать нерв (держа его за остатки позвоночника) на оставшиеся мышцы бедра таким образом, чтобы он одновременно коснулся поврежденной (поперечной) и неповрежденной (продольной) поверхности мышцы (рис. 4.1). Мышцы голени при этом сокращаются (рис. 4.2).

РАСТВОРОМ РИНГЕРА ПРЕПАРАТ НЕ СМАЧИВАТЬ

Опыт получается лишь в том случае, если нерв сохранил высокую возбудимость, а мышца бедра только что перерезана.

Результаты работы и их оформление. Зарисуйте схему опыта.

Сделайте вывод, поясняющий принципиальную разницу между первым и вторым опытом Гальвани.

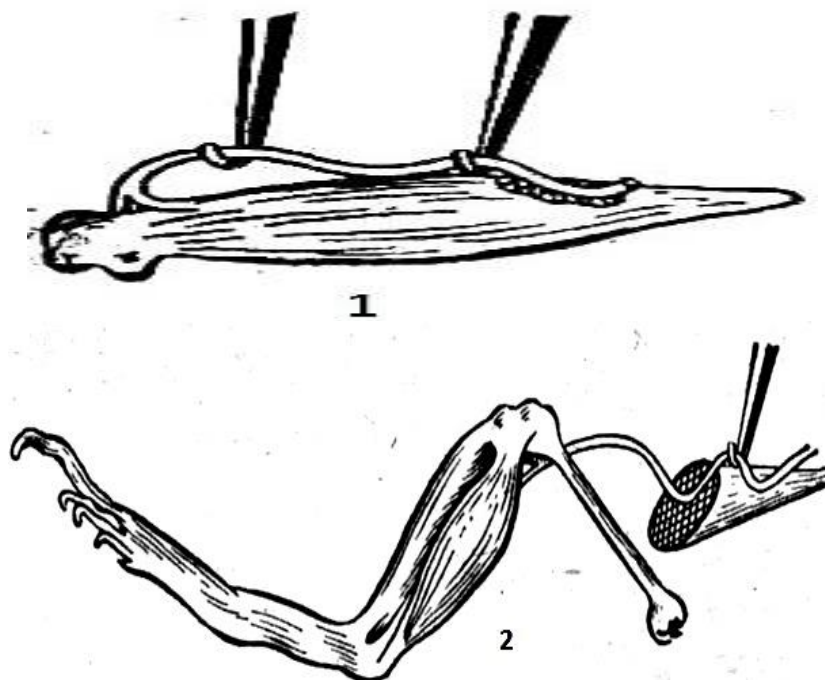


Рис. 4 Нервно-мышечный препарат - второй опыт Гальвани

Практическая работа № 4

Вторичный тетанус (опыт К. Маттеуччи)

Цель работы: убедиться в возникновении биотоков (потенциалов действия) при возбуждении мышечной ткани.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, гальванический пинцет, электростимулятор, вилочковые электроды, электрические провода, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы используются две реоскопические лапки.

Укрепив лапки в штативе или разместив на сухой стеклянной пластине, нерв второго препарата положить продольно на икроножную мышцу первой лапки.

Нерв первого препарата раздражать слабым, но достаточным (длительность импульса тока 1 мс, частота повторения импульсов 20- 30 импульсов в секунду амплитуда 1- 2 вольта), чтобы вызвать отчетливое сокращение мышц лапки, ритмическим током при помощи

электростимулятора (рис. 5). При этом мышцы второй лапки также начинают сокращаться.

Результаты работы и их оформление. Нарисуйте схему проведения опыта.

В выводах объясните возникновение токов действия.

Опыт получается лишь в том случае, если нерв сохранил высокую возбудимость.

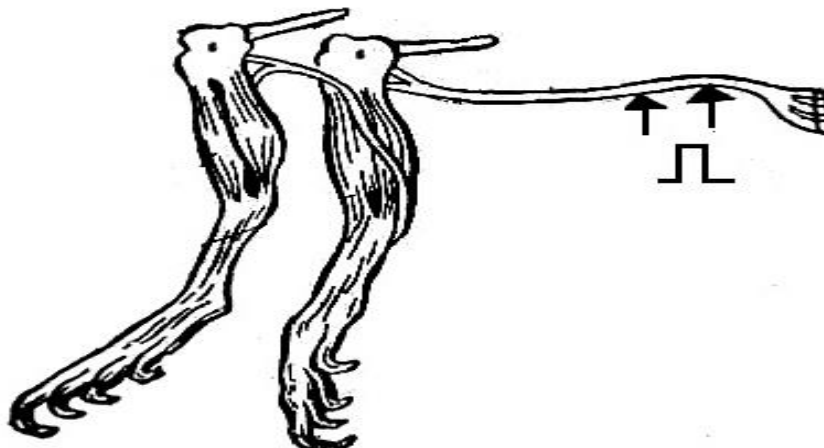


Рис. 5 Схема опыта К. Маттеуччи (вторичный тетанус)

Практическая работа № 5

Значение физиологической целостности нерва для проведения возбуждения

Цель работы: убедиться в условиях эксперимента в необходимости физиологической целостности нерва для проведения возбуждения.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, гальванический пинцет, электростимулятор, вилочковые электроды, электрические провода, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы использовать реоскопическую лапку лягушки (рис. 3.4). Закрепив ее за косточку в штативе. Седалищный нерв положить на электроды. После этого на нерв (между мышцей и электродами) наложить лигатуру или поместить каплю аммиака или новокаина. Раздражать нерв: 1) между лигатурой и концом нерва; 2) между мышцей и наложенной лигатурой (длительность импульса тока 1 мс, частота повторения импульсов 20- 30 импульсов в секунду амплитуда 1- 2 вольта).

Результаты работы и их оформление. Зарисовать схему опыта.

Сделайте выводы. В каком случае наблюдается сокращение? В каком случае его нет? Почему?

Практическая работа № 6

Определение порога возбудимости нервно-мышечного препарата при прямом и непрямом раздражении

Цель работы: познакомиться с понятием «порог силы раздражения», сравнить пороги силы раздражителя при прямом раздражении мышцы и при раздражении ее двигательного нерва.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, гальванический пинцет, электростимулятор, вилочковые электроды, электрические провода, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы использовать нервно-мышечный препарат.

Приготовленный нервно-мышечный препарат укрепить за бедренную косточку в зажиме. Проколов крючком ахиллово сухожилие присоединить ее к пишущему рычажку. Нерв уложить на подложку. Аккуратно не нарушив целостности препарата подвести к нерву вилочковые электроды, подключенные к клеммам электростимулятора (рис. 6).



Рис. 6 Нервно-мышечный препарат с бедренной косточкой

Для исследований возможно использование схемы установки изображенной на рис. 7.

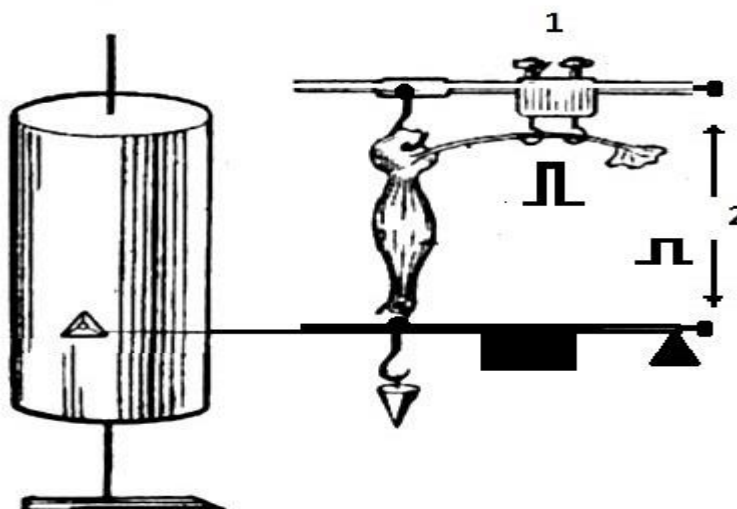


Рис. 7 Схема установки для определения порога возбудимости нервно-мышечного препарата при прямом (2) и непрямом раздражении (1)

Ручку регулировки длительности импульса установить на значение 1 мс, ручку частоты импульсов установить 1 импульс в секунду, ручку регулировки амплитуды импульсов на 0. Включить электростимулятор.

Порог возбудимости нерва и мышцы (рис. 7), определяют, используя в качестве раздражителя ток от электростимулятора. Амплитуда выдаваемых стимулятором импульсов регулируется в трех диапазонах: от 0 до 0,15 В; от 0 до 1,5 В; от 0 до 15 В. Это зависит от того в каком из трех положений (0,01, 0,1 или 1) находится переключатель множителя диапазонов амплитуды.

Определение порога возбудимости следует начинать с минимального напряжения, следовательно, переключатель диапазонов поставить в положение 0,01 и поворачивать ручку «амплитуда» вправо до тех пор, пока мышца не начнет сокращаться. Если мышца не сократится даже при крайнем правом положении ручки, следует вернуть ее в положение 0, поставить переключатель диапазонов на 0,1 и снова увеличивать амплитуду до такого значения, при котором мышца впервые сократится. Если и в этом случае эффекта не будет, поставить переключатель диапазонов в положение 1 и повторить определение. Таким образом, будет найдено минимальное напряжение, при котором в нерве возникает возбуждение.

Затем перенести электроды на мышцу и таким же образом найти порог возбудимости при прямом раздражении мышцы.

Результаты работы и их оформление. Зарисуйте схему опыта. Запишите полученные результаты.

В выводах сравните полученные пороги раздражения для нерва и мышцы. Что имеет более высокую возбудимость нерв или мышца? Какая зависимость существует между порогами раздражения и возбудимостью.

Практическая работа №7

Зависимость амплитуды мышечного сокращения от силы раздражения

Цель работы: убедиться в наличии зависимости величины сокращения икроножной мышцы лягушки от силы раздражения.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, гальванический пинцет, электростимулятор, электрические провода, кимограф, вертикальный миограф, перья, тушь, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы используется та же установка и тот же препарат, что и в предыдущей работе. Положить нерв на электроды и раздражать его импульсами возрастающей силы, начиная от пороговой, каждый раз увеличивая значение амплитуды импульса от пороговой на 1 деление, включая и выключая стимулятор при каждом новом значении амплитуды. Записывать сокращения на остановленном кимографе,

поворачивая барабан при каждой новой записи примерно на 0,5 см. Под каждым сокращением мышцы записать величину напряжения в вольтах, при котором оно получено.



Рис. 8 Запись величины сокращения икроножной мышцы лягушки от силы раздражения

Сокращение при пороговой величине напряжения будет минимальным, затем оно увеличивается и при некоторой величине стимула (ее необходимо отметить) достигает максимума, то есть при дальнейшем увеличении амплитуды импульса уже не будет расти амплитуда сокращения.

Результаты работы и их оформление. Вклейте полученные миограммы в протокол. Сравните параметры раздражающих импульсов, при которых получают минимальные, средние и максимальные по амплитуде сокращения.

В выводах сформулируйте зависимость амплитуды сокращений изолированной мышцы от силы раздражения («лестничная» зависимость). Объясните разницу в реакции на возрастающий стимул одиночного мышечного волокна и целой мышце.

Занятие № 2. Физиология мышц

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Система опоры и движения, её исполнительные органы, роль в организме.
2. Биоэлектрические явления в мышечном волокне. Особенности потенциала покоя и потенциала действия.
3. Изменения возбудимости скелетной мышцы во время одиночного цикла возбуждения.
4. Ультрамикроскопическая структура миофибрилл в покое и при сокращении. Понятие о саркомере.
5. Механизм мышечного сокращения и расслабления. Теория «скольжения» нитей. Химические и тепловые изменения в мышечном волокне.
6. Одиночное мышечное сокращение и его характеристика.
7. Соотношение фазы потенциала действия с фазами изменения возбудимости и одиночного цикла сокращения. Особенности рефрактерного периода в мышечном волокне.
8. Суммация сокращений, виды суммации. Условия суммации.
9. Тетанус, его виды. Теории тетануса. Оптимум и пессимум частоты раздражения.
10. Морфо-функциональные особенности гладких мышц.

Практическая работа № 1

Запись кривой одиночного мышечного сокращения и ее анализ

Цель работы: изучить особенности сократительной реакции поперечнополосатой мышцы на одиночное раздражение.

Так как одиночные сокращения происходят быстро, примерно в течение 0,1 с, то для их анализа прибегают к методу "развернутой кривой", т.е. к регистрации ее на быстро вращающемся барабане кимографа. Для временного анализа кривой используют камертон как отметчик малых отрезков времени. Фаль-аппарат состоит из рамы и металлических направляющих, по которым под влиянием груза перемещается каретка, служащая для закрепления закопченной стеклянной пластинки. При движении каретка размыкает контакты, в результате чего на мышцу наносится одиночный сверхпороговый стимул. Под влиянием удара тока мышца сокращается, и писчик миографа вычерчивает на перемещающейся пластинке развернутую кривую мышечного сокращения. Затем ниже кривой записывают колебательные движения камертона с известным периодом колебания.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, гальванический пинцет, электростимулятор, электрические провода, кимограф, вертикальный миограф, перья, тушь, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Приготовить препарат икроножной мышцы лягушки без нерва. Укрепить препарат в миографе. Рамку с закопченным стеклом отодвинуть вправо и закрепить крючком. Перо миографа должно касаться закопченной пластинки. Ключ от источника тока и контакт фаль-аппарата замкнуть. Держа рукой рамку, разомкнуть контакт фаль-аппарата: мышца

сокращается. На закопченном стекле вычерчивается вертикальная линия, которая и будет показывать момент раздражения мышцы. Снова замкнуть контакт фаль-аппарата, затем поднять крючок. Рамка приходит в движение, мышца сокращается и перо миографа на закопченном стекле пишет развернутую кривую одиночного мышечного сокращения.

Миограф отодвинуть и записать время. Для этого рамку с пластинкой отодвинуть вправо и закрепить крючком. К левому краю пластинки на 0,5 см ниже сделанной записи установить перо, прикрепленное к нижней ножке камертона. Привести камертон в колебание; при этом перо вычерчивает вертикальную линию, и она должна совпадать с вертикальной отметкой на кривой мышечного сокращения. Поднять крючок, приводя в движение рамку. Под кривой одиночного сокращения камертон записывает синусоиду, каждый зубец которой равен 0,01 с.

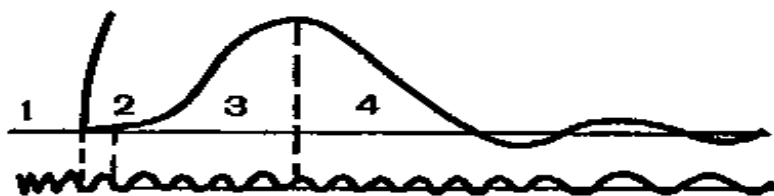


Рис. 9 Кривая одиночного мышечного сокращения

- 1- момент замыкания контактов
- 2- латентный период
- 3- фаза укорочения
- 4- фаза расслабления

Результаты работы и их оформление. Зарисовать полученные кривые. Произвести подсчет, сколько колебаний камертона приходится на каждую фазу сокращения мышцы, и рассчитать их длительность.

В выводах опишите, при каких условиях развивается одиночное мышечное сокращение. Какие процессы происходят в мышце в разные фазы сокращения (с позиции теории мышечного сокращения)?

Практическая работа №2

Запись тетанического сокращения скелетной мышцы Оптimum и пессимум частоты и силы раздражения при тетанусе

Цель работы: записать различные виды сокращений скелетной мышцы.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, гальванический пинцет, чашка Петри, электростимулятор, электрические провода, кимограф, вертикальный миограф, перья, тушь, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы используется нервно-мышечный препарат, закрепленный в миографе (рис. 7).

Нерв препарата положить на электроды от стимулятора. Установить частоту раздражения 1 Гц, длительность импульса 1 мс. и найти порог возбудимости (плавным вращением ручки амплитуды) на одиночные импульсы. Сделать силу тока немногим более пороговой, пустить в ход барабан кимографа и записать одиночные мышечные сокращения. Затем увеличивать частоту раздражения: переключать ручку «частота» на одно деление каждый раз, делая запись. Перед увеличением частоты стимулятор необходимо каждый раз выключать. Записать зубчатый и гладкий тетанусы. Найти оптимальную частоту стимуляции, на которую мышца отвечает гладким тетанусом наибольшей высоты - оптимум (приблизительно 40-50 Гц). Записать оптимум в течении 4-5 с, а затем резко увеличить частоту стимулов до 100 и более Гц и записать пессимум частоты. Спустя 5 с, уменьшить частоту стимуляции до оптимального уровня и вновь записать тетанус (он должен быть оптимальным).

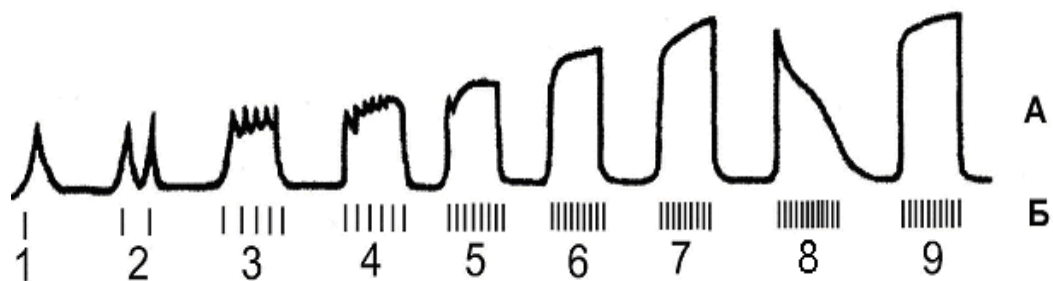


Рис. 10 Запись мышечных сокращений при действии раздражителя с определенной частотой.

А – регистрация мышечного сокращения; Б – частота действия раздражителя.

1 – одиночное мышечное сокращение; 2 – суммация двух сокращений; 3, 4 – формирование зубчатого тетануса; 5, 6 – формирование гладкого тетануса; 7, 9 – оптимум; 8 – пессимум.

Результаты и их оформление. Вклеить полученные кривые в протокол. Отметить: одиночное мышечное сокращение, зубчатый, гладкий тетанусы, оптимум и пессимум частоты или силы раздражения, а также частоты стимулов, при которых они получены.

В выводах объяснить механизмы возникновения различных видов сокращений скелетной мышцы. Проанализировать условия перехода мышцы от состояния оптимума к состоянию пессимума. Обратить внимание, что пессимум не является выражением утомления мышцы, а отражает развитие блока проведения возбуждения в синапсе или пресинаптических терминалях.

Занятие № 3. Сила и работа мышц. Утомление. Парализ

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Моторные синапсы, строение, функциональные свойства, механизм передачи возбуждения. Фармакологическая коррекция работы мионеврального синапса.
2. Структурно-функциональные особенности скелетных мышц. Понятие о моторной единице. Виды моторных единиц.
3. Режимы сокращений скелетных мышц (изотоническое, изометрическое, ауксотоническое). Лестничная зависимость между силой раздражения и амплитудой сокращения скелетной мышцы.
4. Сила мышцы. Факторы, влияющие на силу мышцы.
5. Работа мышцы при разных нагрузках. Правило средних нагрузок.
6. Утомление мышц, теории утомления.
 - 6.1. Утомление изолированной мышцы.
 - 6.2. Утомление нервно-мышечного препарата.
 - 6.3. Утомление моторной единицы в условиях организма.
 - 6.4. Кривая утомления. Эргография. Локальное и общее утомление. Пассивный отдых. Роль активного отдыха по Сеченову.
 - 6.5. Роль высших отделов ЦНС в развитии утомления.

Практическая работа № 1

Работа мышцы. Зависимость величины работы от нагрузки

Цель работы: установить зависимость величины работы мышцы от величины нагрузки. Обратит внимание на правило средних нагрузок.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, электростимулятор, электрические провода, кимограф, вертикальный миограф, перья, тушь, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Сокращаясь и поднимая груз, мышца совершает определенную работу, которую можно вычислить, зная вес груза и амплитуду сокращения мышцы по формуле: $A = P \times h$ Работа выражается в кг/м либо г/см; где P - вес груза, h- величина укорочения мышцы. $h = (H \times s) / S$, где H – высота подъема писчика в см по записи на барабане кимографа; S – длина писчика от точки вращения (O) до конца писчика (a); s –длина писчика от точки вращения (O) до точки прикрепления мышцы и груза (C).

Зависимость величины работы мышцы от величины нагрузки может быть экспериментально доказана и выражена в виде графика. Собрать установку для регистрации мышечных сокращений (рис. 7). Для этого необходимо использовать нервно-мышечный препарат. Закрепить мышцу в миографе таким образом, чтобы она располагалась над рычажком Энгельмана. Конец мышцы с ахилловым сухожилием, оказавшийся внизу, соединить с рычажком Энгельмана с помощью крючка. На переднее плечо рычажка укрепить перо.

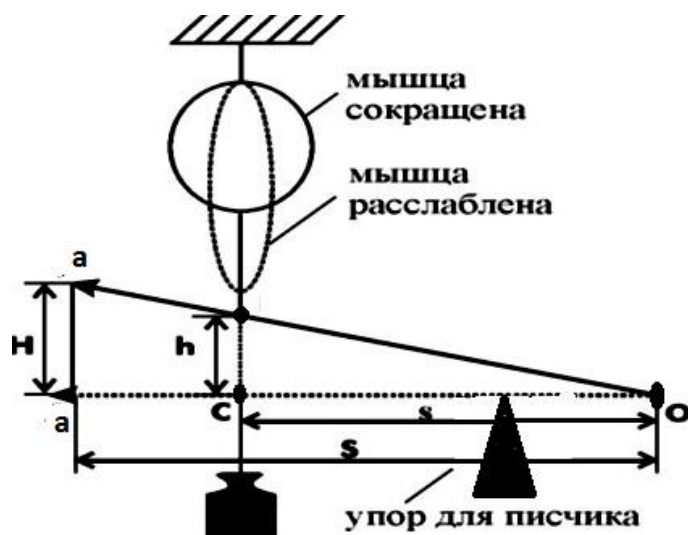


Рис. 11 Схема исследования зависимости величины работы мышцы от величины нагрузки.

На это же плечо к регистрирующему рычажку подвешивать различные грузы (10, 20, 50, 100, 200, 300, 400г), каждый раз нанося раздражение на мышцу при помощи электростимулятора. Записывать высоту сокращения мышцы на барабане остановленного кимографа.

Результаты работы и их оформление. Рассчитать работу, совершаемую мышцей и построить график зависимости величины работы от величины нагрузок, откладывая по оси абсцисс груз, а по оси ординат работу (г/см).

В выводах сформулировать правило средних нагрузок и средних ритмов Ухтомского.

Практическая работа № 2

Локализация утомления в нервно-мышечном препарате

Цель работы: Определить локализацию утомления в нервно-мышечном препарате.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, электростимулятор, электрические провода, кимограф, вертикальный миограф, перья, тушь, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы использовать нервно-мышечный препарат. Укрепить его в зажиме и соединить с миографом (рис. 7). Подвесив небольшой груз (100г) на плечо рычажка, раздражать нерв (непрямое раздражение мышцы) одиночными стимулами с силой тока достаточной для сокращения мышцы, пока не наступит полное утомление (мышца не отвечает на раздражение). Затем электроды перенести на мышцу и произвести прямое раздражение. При этом мышца начинает сокращаться.

Результаты работы и их оформление. Вклеить кривую утомления в протокол. Обозначить сокращение при прямом и непрямом раздражении.

В выводах указать признаки утомления. Отметить где локализуется утомление? Объяснить причины утомления.

Практическая работа № 3

Парабиоз и его фазы

Цель работы: Воспроизвести явление парабиоза, исследовать закономерность его развития.

Для работы необходимы: лягушка, марлевые салфетки, инструменты для препарирования, дощечка для препарирования, чашка Петри, электростимулятор, электрические провода, кимограф, вертикальный миограф, перья, тушь, 0,1% новокаин, 0,6% раствор хлорида натрия.

Ход работы: Для работы использовать нервно-мышечный препарат. Собрать установку для регистрации мышечных сокращений (рис 7). Раздражая нерв ритмическими импульсами пороговой, средней и максимальной силы записывать миограммы соответствующие каждой силе раздражителя.

Для создания парабиотического очага на участок нерва (ниже расположения электродов) наложить вату, смоченную 0,1% новокаином. Через каждые 2-3 минуты (начиная с момента нанесения вещества на нерв, и затем на протяжении всего опыта) проверять характер сокращений мышцы, раздражая нерв пороговым, средним и максимальным стимулами. В процессе опыта необходимо уловить момент наступления уравнивательной, парадоксальной и тормозной фаз парабиоза и записать при этом миограммы на все три вида раздражения. Обычно признаки развития парабиоза появляются через 8-10 мин.

Результаты работы и их оформление. Вклеить в протокол полученные в опыте миограммы. Записать время наступления первой и последующих фаз парабиоза.

В выводах дать понятие парабиоза. Описать механизмы возникновения уравнивательной, парадоксальной и тормозной фаз парабиоза.

Практическая работа № 4

Динамометрия. Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти

Цель работы: овладеть методикой исследования максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти.

Для работы необходимы: динамометр кистевой.

Ход работы: Обследуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром (рис. 12) в сторону под прямым углом к туловищу.



Рис. 12 Динамометр кистевой ДК0100

Вторая свободная рука опущена и расслаблена. По сигналу обследуемый дважды выполняет максимальное усилие на динамометре. Силу мышц оценивают по лучшему результату. Затем обследуемый выполняет 10 раз максимальные усилия с частотой один раз в 5 секунд. Результаты записывают и определяют работоспособность мышц по формуле:

$$P = (F1 + F2 + F3 + \dots + Fb) / b, \text{ где}$$

P - уровень работоспособности;

F1-Fb - показатели динамометра при отдельных мышечных усилиях;

b - количество попыток.

Эти результаты используют для определения показателя снижения работоспособности мышц по формуле:

$$S = [(F1 - Fmin) / Pmax] \times 100, \text{ где}$$

S - показатель снижения работоспособности мышц;

F1 - величина начального мышечного усилия;

Fmin - минимальная величина мышечного усилия;

Fmax - максимальная величина мышечного усилия.

Результаты работы и оформление. Вычислите и запишите в протокол силу, уровень работоспособности и показатель снижения работоспособности мышц по результатам 10 - кратных измерений. Постройте график снижения работоспособности мышц: на оси абсцисс отложите порядковые номера усилий, на оси ординат - показатели динамометра при каждом усилии. Сравните результаты у нескольких обследуемых.

В выводах дать понятие силе мышцы. Отметить факторы, определяющие силу мышц.

Глава 2. Физиология центральной нервной системы

Занятие № 1. Рефлекс и рефлекторная дуга. Свойства нервных центров

Контрольные вопросы по теме занятия

1. Методы изучения функций центральной нервной системы. Электроэнцефалография.
2. Нейрон, его физиологические свойства, классификация. Особенности возникновения и распространения возбуждения в нейроне.
3. Синапсы в ЦНС. Строение, классификация, функциональные свойства.
4. Химические синапсы. Медиаторные механизмы передачи возбуждения в ЦНС. Фармакологическая коррекция работы химического синапса.
5. Электрические синапсы. Функциональные свойства, механизмы передачи возбуждения.
6. Понятие о рефлексе. Классификация рефлексов. Основные компоненты рефлекторной дуги.
7. Время рефлекса, факторы, влияющие на время рефлекса. Рецептивное поле рефлекса.
8. Нервные центры и их свойства.
9. Развитие рефлекторной теории в трудах И.М. Сеченова, И.П. Павлова, П.К. Анохина.
10. Учение П.К. Анохина о функциональных системах (ФС). Узловые механизмы ФС. Центральная архитектура ФС. Полезный приспособительный результат как главный системообразующий фактор. Роль обратной афферентации.
11. Спинной мозг: морфо-функциональные особенности, свойства нейронов спинного мозга, основные функции спинного мозга: проводниковая, рефлекторная. Важнейшие спинальные рефлексы (соматические и вегетативные), (рефлексы, имеющие клиническое значение).
12. Спинальный шок, механизмы возникновения.

Практическая работа № 1

Рецептивное поле рефлекса

Рецептивным полем называют участок кожи (или любой другой участок тела), при раздражении которого возникает определенный рефлекс.

Цель работы: Исследовать возникновение определенных рефлексов при раздражении тех или иных рецептивных полей.

Для работы необходимы: лягушка, штатив с зажимом и пробкой, стакан с водой, набор инструментов для препарирования, 0,5% раствор серной кислоты, фильтровальная бумага, неврологический молоточек.

Ход работы: Готовят спинальную лягушку (т.е. лягушку с разрушенным головным и сохранным спинным мозгом), подвешивают ее на штативе, приколочив челюсть к крючку в пробке, зажатой в держателе. Ждут, когда у лягушки пройдет шок.

1. Исследуют спинномозговые рефлексы при раздражении различных рецептивных полей кожи лягушки.

Рефлекс сгибания задней конечности возникает при раздражении тыльной поверхности стопы или голени (сдавливанием пинцетом или наложением фильтровальной бумажки, смоченной серной кислотой).

Рефлекс разгибания задней конечности возникает при раздражении

подошвенной поверхности стопы или голени. При слабом раздражении подошвы пинцетом или кисточкой разгибаются только пальцы стопы.

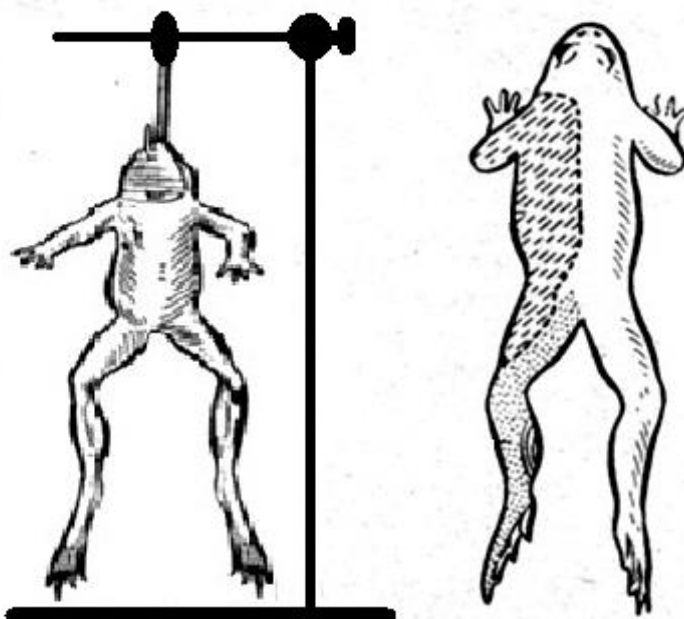


Рис. 13 Спинальная (декапитированная) лягушка, закрепленная в штативе

Защитный рефлекс. Кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,5 % раствором серной кислоты, наложить на наружную поверхность бедра. Возникает защитный рефлекс сбрасывания бумажки лапкой, на которую нанесено раздражение. Повторить опыт на другой лапке. Затем поместить фильтровальную бумажку на нижнюю часть живота или на спинку лягушки. Лягушка сбрасывает её обеими лапками. Интервалы между раздражениями должны быть не менее 2-3 минут, после постановки каждого из опытов лягушку необходимо обмывать водой для удаления раствора кислоты с поверхности кожи.

Для определения локализации рецептивного поля квакательного рефлекса взять интактную лягушку-самца двумя пальцами за спинку. В ответ на механическое раздражение кожи спины возникает квакательный рефлекс.

Потирательный рефлекс возникает при раздражении разных участков кожи. Если фильтровальную бумажку, смоченную раствором серной кислоты, приложить к наружной поверхности бедра или около анального отверстия, возникает потирательный рефлекс задних конечностей. При таком же раздражении боковой стороны туловища возникает потирательный рефлекс конечности, ближе к которой находится раздражение. Потирательный рефлекс передних конечностей возникает при раздражении кожи брюшной поверхности тела между лапками.

Объясняют наблюдаемые явления, результаты опытов и выводы записывают в тетрадь.

2. Исследуют проприоцептивные рефлексы у человека.

Коленный рефлекс возникает при легком ударе по сухожилию четырехглавой мышцы ниже коленной чашечки и выражается в разгибании

голени. Центр данного рефлекса находится в 3 и 4 сегментах поясничного отдела спинного мозга.

Ахиллов рефлекс возникает при ударе по ахиллову сухожилию и выражается в подошвенном сгибании стопы. Центр этого рефлекса расположен в 1 и 2 сегментах крестцового отдела спинного мозга.

Полученные результаты записывают в тетрадь.

Практическая работа № 2

Определение времени рефлекса. соотношение между силой раздражения и временем рефлекса

Временем рефлекса называют время от момента нанесения раздражения до появления ответной реакции. Центральным временем рефлекса называют время проведения возбуждения в ЦНС. Оно тем больше, чем сложнее рефлекс, (чем больше промежуточных нейронов участвует в его осуществлении, тем больше происходит синаптических переключений). Время рефлекса зависит от силы раздражителя.

Цель работы: установить зависимость времени рефлекса от силы раздражителя.

Для работы необходимы: штатив с зажимом и пробкой, набор инструментов для препарирования, секундомер, стакан с водой, 0,1% , 0,3%, 0,5% растворы серной кислоты, лягушка.

Ход работы: готовят спинальную лягушку и подвешивают ее на штативе. Пускают в ход секундомер, установив его на частоту 60 ударов в минуту. Погружают кончики пальцев одной из лапок лягушки в стаканчик с 0,1% раствором соляной кислоты и считают время от момента погружения лапки в кислоту до появления ответной реакции на раздражение.

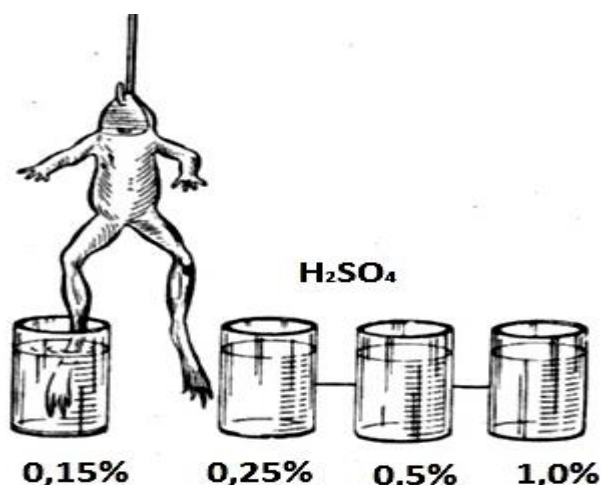


Рис. 14 Определение времени рефлекса у лягушки (по Тюрку)

Таким образом, определяют время рефлекса в секундах. Повторяют определение времени рефлекса 2-3 раза, после каждого раздражения не забывая обмывать лапку водой. Повторное определение проводят через 2-3 минуты. считают среднее время рефлекса.

Устанавливают зависимость между силой раздражения и временем рефлекса. Для этого определяют среднее время рефлекса, применяя в качестве раздражителя растворы серной кислоты более высокой концентрации – 0,3%, 0,5%. Определяя время рефлекса, погружают в кислоту одну и ту же лапку до определенного уровня. Полученные данные заносят в таблицу.

Результаты работы и их оформление. Зарисуйте схему опыта. Запишите время рефлекса при разной силе раздражителя.

Оформить результаты работы и выводы.

Практическая работа №3

Анализ рефлекторной дуги

Рефлексом называется ответная реакция организма на раздражение, осуществляющаяся с участием центральной нервной системы. Структурной и функциональной основой рефлекса является рефлекторная дуга. Рефлекторная дуга состоит из пяти звеньев: рецептор, афферентный путь, центральная нервная система, эфферентный путь, эффектор. Рефлекторная реакция, может осуществляться, только при условии целостности всех звеньев рефлекторной дуги. Если нарушено хоть одно из них, рефлекторная реакция невозможна.

Цель работы: установить роль каждого участка рефлекторной дуги в возникновении рефлекса. Доказать необходимость целостности всех звеньев рефлекторной дуги в осуществлении рефлекторной реакции.

Для работы необходимы: штатив с зажимом и пробкой, стакан с водой, набор инструментов для препарирования, 0,5% раствор серной кислоты, 0,1% раствор новокаина, фильтровальная бумага, лягушка.

Ход работы: Готовят спинальную лягушку, т.е. лягушку с разрушенным головным и сохраненным спинным мозгом. Подвешивают ее на штативе, приколотив нижнюю челюсть к крючку в пробке, зажатой в держателе (рис.13). На правой лапке вдоль бедра препарируют седалищный нерв и подводят под него лигатуру. Осторожно пощипывают кожу лапки пинцетом. Если лягушка отвечает на раздражение, делают следующее:

1. Устанавливают роль рецептора в осуществлении рефлекторной реакции, для чего:

А. кладут на кожу голени правой лапки кусочек фильтровальной бумаги, смоченной 0,5% раствором серной кислоты. Отмечают рефлекторную реакцию на раздражение кожи. После каждого раздражения кислоту

смывают в стакан с водой;

Б. на голени той же лапки вырезают кусочек кожи. Фильтровальную бумажку, смоченную кислотой, осторожно кладут на обнаженный участок мышцы. Следя, чтобы кислота не попала на кожу. Рецепторы кожи удалены – реакция отсутствует. Отсутствие рефлекторной реакции объясняется тем, что рецепторы мышцы в отличие от кожных рецепторов не реагируют на слабый раствор кислоты.

2. Устанавливают роль афферентного пути, для чего:

А. смывают кислоту с мышцы, проверяют сохранение рефлекторной реакции на раздражение кожи;

Б. наблюдают рефлекторную реакцию этой же (правой) лапки (с отпрепарированным седалищным нервом) при опускании кончиков пальцев в кислоту. Возникает хорошая двигательная реакция;

В. Осторожно приподнимая отпрепарированный нерв, подкладывают под него вату, смоченную новокаином, который нарушает проводимость нерва, причем сначала выключаются афферентные волокна, а затем – эфферентные.

После наложения на нерв новокаина каждую минуту проверяют наличие рефлекторной реакции на раздражение лапки кислотой. Исчезновение рефлекторной реакции указывает на утрату проводимости афферентных волокон.

3. Устанавливают роль эфферентного пути, для чего:

А. сразу после исчезновения рефлекса при раздражении правой лапки раздражают левую лапку и наблюдают ответную реакцию правой. Затем на кожу спины накладывают бумажку, смоченную кислотой. Отмечают, что в обоих случаях в рефлекторной реакции участвуют две лапки. Это говорит о том, что проводимость двигательных волокон правой лапки еще сохранена. Удаляют ваткой, смоченной в воде, кислоту с кожи спины;

Б. продолжают наблюдения, отмечая момент исчезновения рефлекторной реакции правой лапки.

4. Устанавливают роль центральной нервной системы, для чего:

А. раздражают левую лапку кислотой или пощипыванием пинцетом и наблюдают ответную рефлекторную реакцию;

Б. разрушают спинной мозг и наблюдают полное исчезновение рефлекторных реакций.

Анализируя эксперимент, приводят доказательства участия в рефлекторной реакции всех звеньев рефлекторной дуги. Зарисовывают схему рефлекторной дуги.

Практическая работа № 4

Явление суммации в нервных центрах

Цель работы: наблюдение явления суммации возбуждения в спинном мозгу лягушки.

Для работы необходимы: штатив с зажимом и пробкой, стакан с водой, набор инструментов для препарирования, 0,5% раствор серной кислоты, 0,1% раствор новокаина, фильтровальная бумага, лягушка.

Ход работы: Приготовить спинальную лягушку и подвесить её за нижнюю челюсть на крючок штатива. На кожу бедра наложить кусочек фильтровальной бумаги, смоченный слабым раствором серной кислоты подпороговой концентрации, которую необходимо найти самостоятельно.

Затем на рецептивное поле того же рефлекса последовательно с интервалом в 10-15 секунд наложить вторую, третью и так далее фильтровальные бумажки, смоченные тем же раствором кислоты, до появления соответствующего рефлекса.

Оформить результаты работы и выводы.

Практическая работа № 5

Взаимное торможение спинальных рефлексов

Цель работы: убедиться, что одним из условий возникновения торможения спинальных рефлексов является одновременное раздражение двух различных рецептивных полей.

Для работы необходимы: лягушка, набор инструментов для препарирования, метроном, штатив с зажимом и пробкой, зажим Гофмана, 0,3% раствор серной кислоты, стакан с водой.

Ход работы: Опыт проводится на спинальной лягушке, которая подвешивается за нижнюю челюсть на крючок штатива. Погрузить лапку лягушки в 0,5% раствор серной кислоты, определить время рефлекса сгибания. Опыт повторить 2-3 раза с интервалом 15-20с. Затем одновременно с погружением лапки в кислоту пинцетом сдавить другую лапку. При этом сгибательный рефлекс на раздражение кислотой или отсутствует, или время его резко удлиняется. Если прекратить сильное механическое раздражение противоположной лапки, восстанавливается рефлекс на кислоту.

Вместо сжатия лапки пинцетом можно туго перевязать её крепкой толстой ниткой.

Оформить результаты работы и выводы.

Практическая работа № 6

Иррадиация возбуждения в нервных центрах

Процесс возбуждения, возникающий в центральной нервной системе, иррадиирует (распространяется). Иррадиация возбуждения зависит от силы и длительности действия раздражителя; с увеличением силы и длительности действия раздражителя иррадиация возбуждения возрастает. Внешне это выражается в том, что в ответную реакцию вовлекаются новые группы мышц и движение усиливается. При чрезмерно большой силе или длительности раздражения может возникнуть торможение.

Цель работы: наблюдать иррадиацию возбуждения в зависимости от силы механического раздражения.

Для работы необходимы: лягушка, набор инструментов для препарирования, штатив с зажимом и пробкой, 0,3% раствор серной кислоты, стакан с водой, фильтровальная бумага.

Ход работы: Приготовить спинальную лягушку и подвесить её за нижнюю челюсть на крючок штатива. Нанести слабое раздражение (например, сдавить пинцетом) на заднюю лапку в рецептивном поле сгибательного рефлекса. Возникает локальный рефлекс. Произвести повторное, более сильное раздражение лапки. При этом произойдет сгибание не только в голеностопном, но и в коленном и тазобедренном суставах. При дальнейшем увеличении силы раздражения появится движение противоположной задней лапки, затем – в ипси- и контралатеральной передних лапках лягушки.

Оформить результаты работы и выводы.

Практическая работа № 7

Принцип доминанты

Цель работы: изучение важнейших свойств доминанты в её естественном проявлении.

Для работы необходимы: лягушка, набор инструментов для препарирования, штатив с зажимом и пробкой.

Ход работы: Интактную лягушку подвесить на крючок штатива за нижнюю челюсть. Наблюдать за движением лягушки, направленным на освобождение от крючка (рефлекс снятия с крючка). Как только лягушка успокоится, нанести механическое раздражение на различные участки кожи. Каждый раз в ответ на раздражение возникают движения, направленные на освобождение от крючка, независимо от рефлексогенной зоны, на которую наносится раздражение. Этот опыт был впервые описан А.А. Ухтомским. Примером доминанты может служить обхватывательный рефлекс у весенних самцов лягушек (в период икрометания). Погладьте пальцем грудь лягушки-

самца. Передними лапками он захватит ваш палец настолько крепко, что может повиснуть на нем. В это время нанесите механическое раздражение на кожу одной из задних лапок (например, пинцетом). Отметьте, что произойдет не сгибательный рефлекс соответствующей лапки, а усиление обхватывательного рефлекса.

Оформить результаты работы и выводы.

Литература для подготовки к занятиям:

1. Агаджанян Н.А. Физиология человека. – СПб.: «СОТИС», 1998.
2. Бабский Е.В. Физиология человека. – М.: «Медицина». 1972.
3. Клаучек С.В., Лифанова Е.В. Учебное пособие по физиологии дыхания / Под ред. профессора С.В. Клаучека. – Волгоград, 2004.
4. Косицкий Г.И. Физиология человека. – М.: «Медицина», 1985.
5. Лифанова Е.В., Кудрин Р.А. Учебное пособие по нормальной физиологии для педиатрического факультета / Под ред. профессора С.В.Клаучека. – Волгоград, 2004
6. Лифанова Е.В., Томарева И.В. Учебное пособие по нормальной физиологии для стоматологического факультета / Под ред. профессора С.В. Клаучека. – Волгоград, 2004.
7. Ноздрачёв А.Д. Общий курс физиологии человека и животных. – М.: «Высшая школа», 1991.
8. Покровский В.М. Физиология человека. – М.: «Медицина», 1998.
9. Ткаченко Б.И. Основы физиологии человека. – Т. 1,2,3 – СПб., 1994.

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВОВ И МЫШЦ. ФИЗИОЛОГИЯ ЦНС

Составители:
Дерюгина Анна Вячеславовна,
Шабалин Михаил Александрович

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Национальный исследовательский университет
603950, Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23.

Подписано к печати. Формат 60×84 1/16
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.
Усл.печ.л. 2,5 Уч.-изд.л.
Заказ. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии госуниверситета им. Н.И.Лобачевского
603600, г.Н.Новгород, ул. Большая Покровская, 37
Лицензия ПД № 18-0099 от 14.05.01.