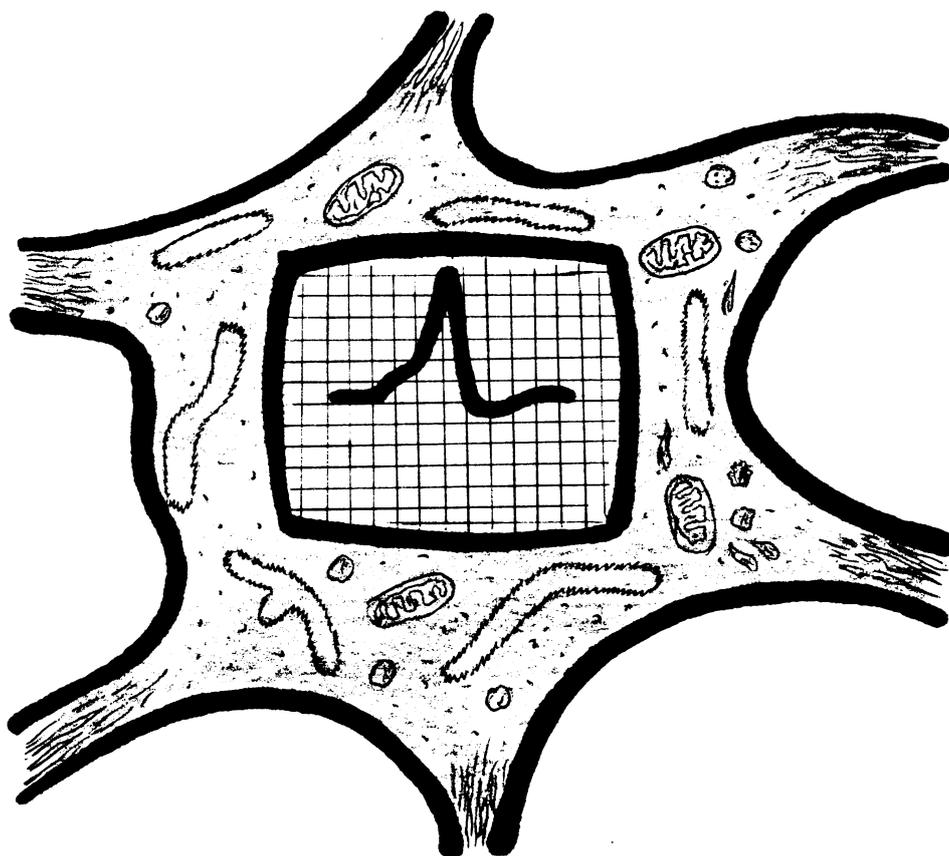


Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный педагогический университет



ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

(лабораторный практикум)

Владимир – 2002

ББК 28. 903

Лабораторный практикум по физиологии человека и животных, раздел «Физиология возбудимых образований». – Владимир: ВГПУ, 2002. - 46 с.

Лабораторный практикум объединяет лабораторные работы раздела «Физиология возбудимых образований». Составлен на основе государственных стандартов для студентов, изучающих физиологию нервной системы.

Составители: к.б.н., ст. преподаватель В.Б. Русанов,
к.б.н., доцент В.А. Калябин,

Рецензент: зав. кафедрой гимнастики и игр ВГПУ,
д.б.н. профессор В.И. Басакин

Ответственный редактор: Заслуженный работник высшей школы РФ,
заведующий кафедрой анатомии, физиологии и гигиены человека ВГПУ,
д.б.н., профессор В.В. Суворов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета

©Владимирский государственный педагогический университет, 2002 г.

ВВЕДЕНИЕ

ПРАВИЛА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯТОРОМ

На занятиях по физиологии нервной системы, где необходима демонстрация воздействия электрических стимулов различной частоты, формы и интенсивности на изолированный нервно-мышечный препарат или на периферические нервы и мышцы испытуемого, применяется импульсный физиологический электростимулятор "НС-Стим".

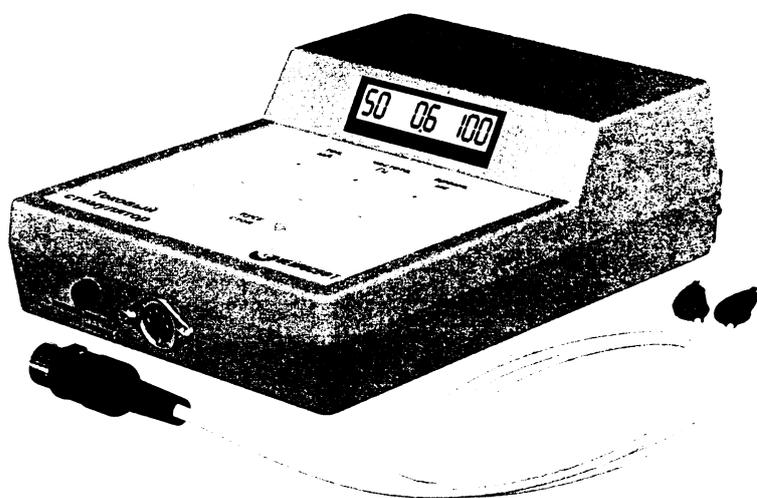


Рис. 1. Электростимулятор «НС-Стим».

Меры предосторожности при работе со стимулятором

Электростимулятор работает при температуре окружающей среды от 10 до 35 °С.

Для соблюдения техники безопасности при работе со стимулятором:

Не прикасайтесь к выводам стимулирующих электродов во время стимуляции. Амплитуда импульсов на разомкнутых контактах достигает 300 В.

Не допускайте, чтобы ток электростимулятора проходил через линию сердца. Не берите электроды разными руками.

*Не прикладывайте чрезмерных усилий на клавиши прибора.
Усилие, при котором срабатывает клавиша, не превышает 100 грамм.*

Не прикасайтесь к экрану жидкокристаллического индикатора.

Переключение полярности сигнала должно осуществляться при выключенном стимуле.

Работа с электростимулятором

Электростимулятор вырабатывает импульсы тока с заданными параметрами.

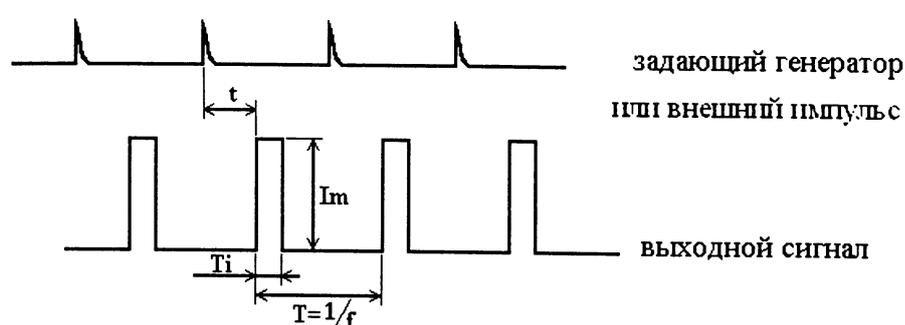


Рис. 2. Параметры выходных импульсов

Параметрами выходных импульсов (рис. 2) являются:

- значение (амплитуда) тока – I_m , мА;
- частота повторений – f , Гц;
- время (длительность) импульса – T_i , мс;
- полярность импульса;
- задержка (t), мс.

При включении прибора на индикаторе изображаются значения первых трёх параметров. Изменение значений установок электростимулятора производится нажатием кнопок '+' или '-' соответствующей секции по неизменной шкале: 0, 0.01...0.09, 0.1...0.9, 1...9, 10...90, 100...1000.

Ниже приведены диапазоны значений параметров электростимулятора:

I_m : 0.1, 0.2... 90, 100 (вместо 100 на индикаторе увидите 99);

f : 0, 0.01, 0.02... 900, 1000 (вместо 1000 на индикаторе увидите 999);

t : 0, 1, 2... 900, 1000;

Обратите внимание на то, что значения времени импульса должны быть всегда меньше периода выходного сигнала электростимулятора, т.е. $t < T = 1/f$, $T_i < T = 1/f$. Электростимулятор автоматически соблюдает эти условия при изменении параметров с его клавиатуры.

Полярность импульса меняется с помощью переключателя на передней панели прибора..

При отжатом положении переключателя "Полярность стимула" на красном электроде положительное напряжение (плюс) относительно синего электрода (минус).

При нажатом положении, наоборот: на красном электроде отрицательное напряжение (минус) относительно синего электрода (плюс).

При нажатии на кнопку "ПУСК" запускается стимуляция и загорается светодиод.

Повторное нажатие на эту кнопку останавливает стимуляцию, светодиод гаснет.

При частоте импульсов, равной нулю ($f=0$), электростимулятор вырабатывает на выходе одиночный импульс, светодиод кратковременно вспыхивает.

Изменять параметры и переключать полярность импульсов можно только в отключенном режиме прибора!!!

ТЕМА 1

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ

Отличительной особенностью высокоспециализированных тканей является способность реагировать на раздражение сложным комплексом физико-химических реакций, называемых *возбуждением*. В большинстве структур в основе возникновения возбуждения лежит деполяризация мембраны возбудимого образования, связанная с транспортом ионов.

Для каждого из переносимых через мембрану видов ионов существуют самостоятельные транспортные системы – *ионные каналы* (натриевые, калиевые, кальциевые, каналы для хлора и т.д.). Ионный канал состоит из поры, воротного механизма, сенсора (индикатора) напряжения ионов в самой мембране и селективного фильтра.

Воротный механизм (ворота канала) расположен на внешней (активационные ворота) и внутренней (инактивационные ворота) стороне мембраны. Представлен белковыми молекулами, способными к изменению пространственной конфигурации. В тысячные доли секунды он открывает (активирует) и закрывает (инактивирует) канал и таким образом регулирует скорость продвижения ионов по нему и поступление их в цитоплазму. Воротный механизм высокочувствителен к различным химическим веществам, в том числе ферментам, ядам и некоторым лекарственным средствам.

Сенсор напряжения ионов в мембране представлен белковой молекулой, расположенной в самой мембране и способной реагировать на изменение мембранного потенциала.

Селективный фильтр находится на самом узком месте канала. Он определяет однонаправленное движение ионов через пору и ее избирательную проницаемость.

Работа 1

Приготовление нервно-мышечного препарата лягушки

Цель работы: научиться готовить нервно-мышечный препарат лягушки, который состоит из икроножной мышцы, бедренной косточки и седалищного нерва с кусочком позвоночника.

Оборудование: лягушка, набор инструментов для препарирования, раствор Рингера, вата.

Методика выполнения работы:

- 1) Обездвижить лягушку.
- 2) Разрушить головной и спинной мозг.
- 3)левой рукой взять лягушку за бедра (в этом положении хорошо выделяется позвоночник).
- 4) Перерезать позвоночник на 1-1,5 см выше места отхождения тазовых костей. Свисающую переднюю часть туловища и внутренности удалить.
- 5) Остаток позвоночника крепко фиксировать пинцетом или левой рукой. Другим пинцетом или пальцами через марлю захватить кожу и снять ее с лапок.
- 6) Лапки положить на чистую тарелку и залить раствором Рингера.
- 7) Захватить пинцетом или рукой кусочек позвоночника и подогнуть его вниз, так чтобы лапки висели под углом к позвоночнику, и хорошо выделялась копчиковая кость.
- 8) Осторожно вырезать копчиковую кость (ножницы держать как можно ближе к кости, чтобы не повредить идущие параллельно с обеих сторон нервы).

- 9) Вырезав копчик, снова положить препарат на тарелку и разделить его на две половины. Для этого перерезать вдоль сначала кусочек позвоночника, а затем—лобковое сочленение.
- 10) Одну лапку оставить в качестве запасной, сохраняя ее в растворе Рингера.
- 11) Лапку, из которой будет приготовлен нервно-мышечный препарат, положить на спинную сторону и отделить ножницами подвздошную кость. Для этого, захватив пинцетом кусочек позвоночника, отвести в сторону нерв и после этого удалить подвздошную кость.
- 12) При помощи двух пинцетов раздвинуть мышцы на спинной стороне поверхности бедра по средней линии. Осторожно, не касаясь пинцетом и ножницами нерва, отделить его от окружающих тканей вдоль всего бедра. Нерв отвести в сторону и удалить все мышцы с бедренной кости.
- 13) На голени отделить от кости икроножную мышцу, подрезав ахиллово сухожилие, и привязать к нему нитку. Голень и лапку отрезать ниже колена.
- 14) Готовый препарат положить в раствор Рингера.
- 15) Для закрепления навыков в приготовлении препарата его можно приготовить и из другой лапки, оставленной в качестве запасной.
- 16) Для лучшей сохранности препарата желательно 1 – 2 раза менять раствор Рингера как на тарелочке, где идет его приготовление, так и в стаканчике с запасной лапкой.
- 17) В тетради зарисовать последовательные этапы приготовления нервно-мышечного препарата.

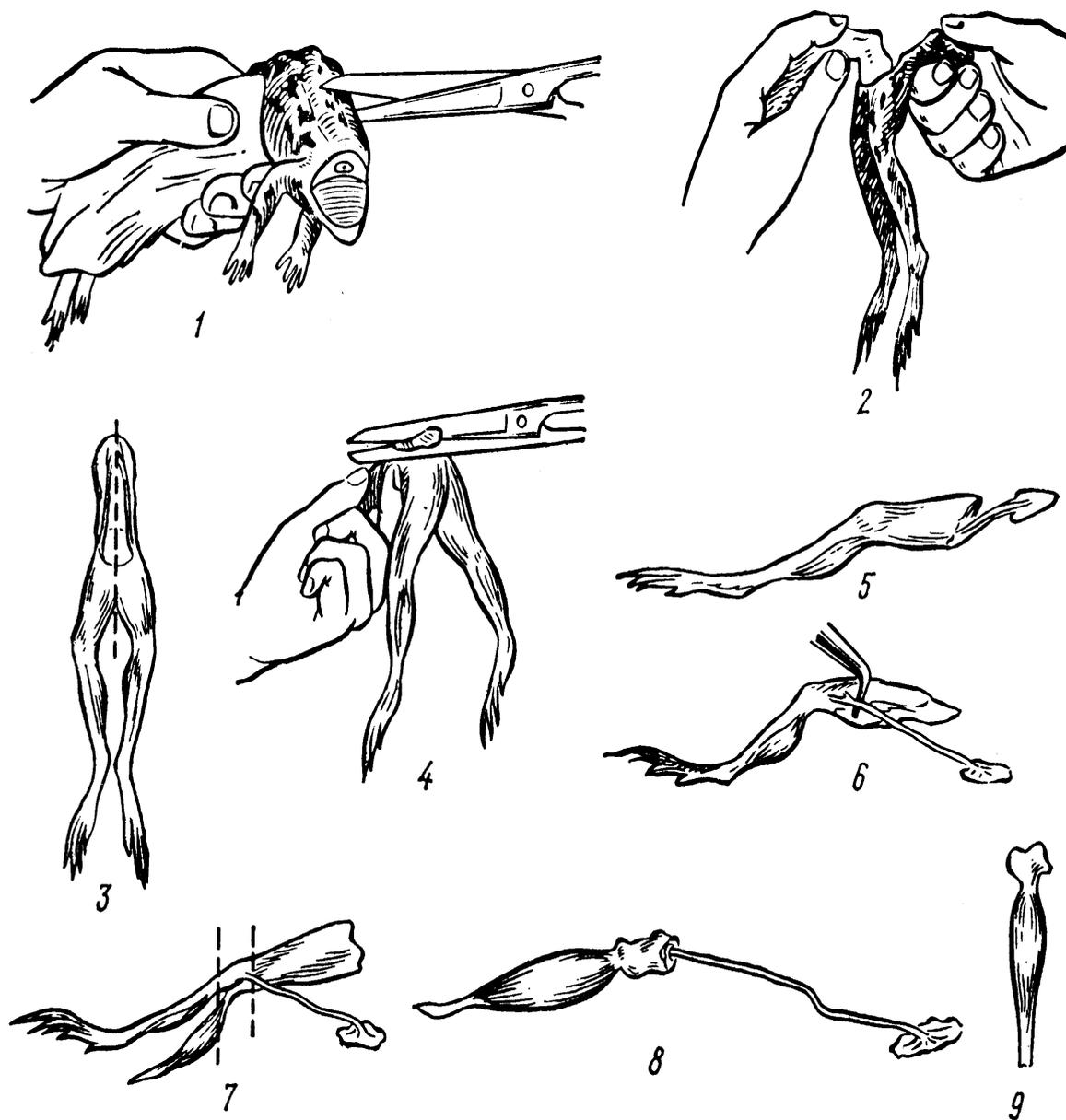


Рис. 3 Этапы приготовления нервно-мышечного препарата

Работа 2

Действие раздражителей на нервно-мышечный препарат

В физиологии применяются различные раздражители: электрические, химические, механические, температурные и др. Недостатки механического и температурного раздражителей заключаются в том, что они трудно дозируются и оказывают повреждающее действие на ткань.

Химическое раздражение тоже трудно дозируется, медленно действует и также медленно снимается. Поэтому действие его сохраняется, несмотря на промывание препарата. Наиболее удобно электрическое раздражение. Его преимущество состоит в том, что сила и длительность раздражения легко и точно дозируются, количественный учет интенсивности раздражения прост, а, главное, повторное применение электрического раздражения не оказывает вредного действия на ткань.

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

Цель работы: выявить специфику действия различных раздражителей на нервно-мышечный препарат лягушки.

Оборудование: стимулятор, электроды, лягушка, набор инструментов для препарирования, раствор Рингера, кристаллы поваренной соли, спиртовка, сосуд с горячей водой.

Методика выполнения работы:

1. Приготовить нервно-мышечный препарат.
2. Наблюдать действие различных раздражителей.
3. Сделать выводы об особенностях действия различных раздражителей.

Электрическое раздражение

а) Раздражение постоянным током. Прикоснуться гальваническим пинцетом к нерву нервно-мышечного препарата и наблюдать сокращение мышцы.

б) *Раздражение ритмическим током.* Включить стимулятор в электрическую сеть. Взять электроды за изолированную часть, подвести их к нервно-мышечному препарату и положить на нерв. Включить питание прибора. Начать последовательно увеличивать силу раздражения до появления сокращения. Отметить показатель результата. Повторить опыт еще раз и убедиться в правильности результата.

Механическое раздражение.

Ущипнуть пинцетом нерв. Наблюдать сокращение мышцы.

Тепловое раздражение.

Нагреть препаровальную иглу в горячей воде или на спиртовке. Прикоснуться нагретой иглой (не острием) к нерву. Повторить опыт с не нагретой иглой. Отметить результаты.

Химическое раздражение.

Положить на нерв несколько кристалликов поваренной соли. Отметить момент наступления мышечных сокращений (промежуток времени после нанесения химического стимула. Обратить внимание на их характер (сравнить с действием электрического тока). Смыть соль раствором Рингера. Отметить, когда прекратиться раздражение.

Раздражение вследствие высыхания.

Расположить нерв так, чтобы он свободно свисал с электродов. Смачивать мышцу раствором Рингера, оставляя нерв сухим. Дождаться появления сокращения мышцы. Смочить нерв раствором Рингера. После этого сокращения мышцы обычно прекращаются, так как раздражающее действие высыхания исчезает.

Работа 3

Наблюдение биоэлектрических явлений

Луиджи Гальвани в 1786 г. при изучении влияния атмосферного электричества на живой организм размещал на железной решетке балкона

задние лапки лягушки, закрепленные на медных крючках. При соприкосновении лапок с железной решеткой балкона наблюдалось сокращение мышц. На основании этих наблюдений Гальвани высказал мысль о существовании «животного» электричества. Причиной сокращения лапок лягушки в этом опыте был ток, возникающий между двумя разными металлами.

В настоящее время опыт, в котором сокращение мышцы возникает при прикосновении к ней или к иннервирующему ее нерву пинцетом, состоящим из двух разнородных металлов, получил название первого опыта Гальвани.

Второй опыт Гальвани проделал в 1794 г. без металлов. Приподнимая нерв нервно-мышечного препарата стеклянным крючком, он набрасывал его на поврежденный участок мышцы и наблюдал ее сокращение. Так было доказано наличие «животного» электричества — тока покоя. Позднее Матеуччи представил другие доказательства наличия биопотенциалов в эксперименте, получившем название опыта вторичного сокращения или опыта Матеуччи (третий опыт Л. Гальвани).

Цель работы: ознакомиться с опытами на основании которых впервые было доказано существование «животного» электричества.

Оборудование: стимулятор, электроды, лягушка, набор инструментов для препарирования, стеклянные крючки.

Методика выполнения работы:

Первый опыт Гальвани (сокращение с металлом, 1786 г.).

- 1) Приготовить нервно-мышечный препарат.
- 2) Коснуться препарата гальваническим пинцетом. Наблюдать за сокращением лапок.

Второй опыт Гальвани (сокращение без металла, 1794 г.).

- 1) Приготовить новый нервно-мышечный препарат.
- 2) Слегка поранив мышцу около ахиллова сухожилия, с помощью стеклянного крючка быстро набросить нерв препарата на пораненный участок мышцы. Наблюдать за сокращением.
- 3) Объяснить причину возникновения сокращения.

Опыт Маттеуччи (третий опыт Л. Гальвани).

- 1) Приготовить два нервно-мышечных препарата.
- 2) Нерв первого препарата поместить на электроды стимулятора.
- 3) Нерв второго расположить на икроножной мышце первого.
- 4) Раздражать первый препарат слабым электрическим током, достаточным, чтобы вызвать отчетливое сокращение мышцы.
- 5) Наблюдать, что происходит с мышцей второго препарата.
- 6) Объяснить наблюдаемые явления. В чем причина сокращения мышц второй лапки?

Работа 4

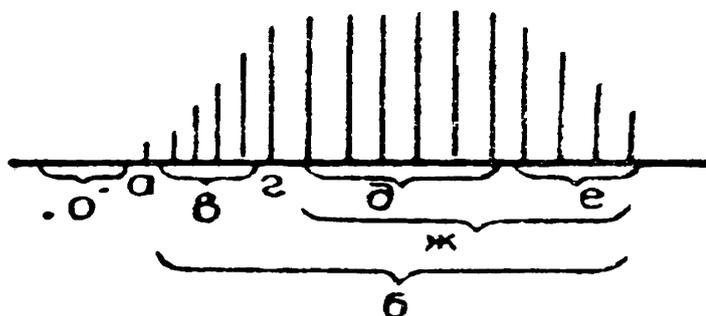
Градация эффекта, получаемого при различной силе раздражения

Сила раздражения, необходимая для приведения ткани в состояние возбуждения, является одним из показателей, характеризующих функциональное состояние объекта. Наименьшая сила раздражения, которая вызывает эффект, называется ***пороговой***. Раздражение, сила которого меньше пороговой и не вызывает внешнего эффекта, называется ***подпороговым***.

Сила раздражения, по своей интенсивности превышающая пороговую, называется ***сверхпороговой***. Наименьшая сила раздражения, вызывающая наибольший эффект, называется ***максимальной***. Раздражения,

интенсивность которых меньше максимального, носят название **субмаксимальных**.

Раздражение называется **супермаксимальным** или **сверхмаксимальным**, если его интенсивность превышает силу максимального раздражения. При постепенном увеличении силы супермаксимального раздражения реакция мышцы сначала остается такой же большой, как и при максимальном раздражении (максимальный эффект), а затем начинает уменьшаться. Сверхмаксимальные силы раздражения, вызывающие наилучший эффект, называются **оптимальными**. Сверхмаксимальные силы раздражения, вызывающие уменьшение эффекта, называются **пессимальными**. Действие пессимальных сил связано с развитием торможения, возникающего вследствие стойкой и длительной деполяризации.



- 0 - подпороговое раздражение;
- а - пороговое раздражение;
- б- сверхпороговое раздражение;
- в - субмаксимальная сила раздражения;
- г - максимальная сила раздражения;
- д – оптимальные силы;
- е – пессимальные силы;
- ж - супермаксимальная сила раздражения.

Рис. 4. Зависимость эффекта сокращения от силы раздражения.

Цель работы: установить зависимость амплитуды сократительного ответа мышцы от силы одиночного электрического раздражения.

Оборудование: стимулятор, электроды, кимограф, лягушка, набор инструментов для препарирования, штатив с зажимом, раствор Рингера.

Методика выполнения работы:

- 1) Приготовить нервно-мышечный препарат и закрепить его в штативе.
- 2) Бедренную кость препарата укрепить зажимом, нерв положить на электроды. При помощи нитки соединить ахиллово сухожилие с пишущим рычагом. Писчик приставить к бумаге, покрывающей барабан кимографа (рис. 5).

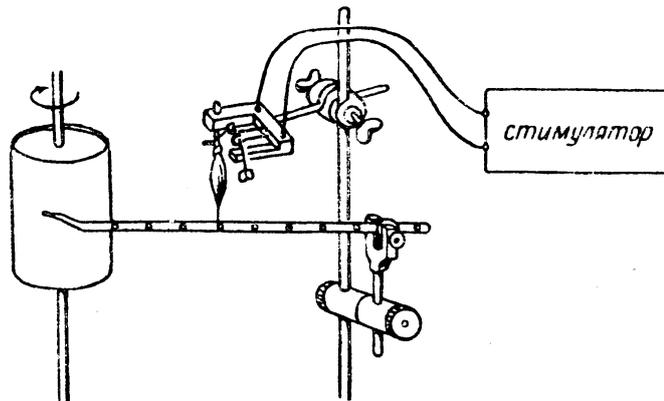


Рис. 5. Установка для регистрации и стимуляции

- 3) Найти порог раздражения и записать сократительный ответ на барабане кимографа. Для этого необходимо постепенным увеличением амплитуды стимула получить минимально видимое сокращение мышцы.
- 4) Подавать на препарат одиночные стимулы с интервалом не менее 30 сек. Каждое последующее раздражение производить с увеличением силы раздражения.

- 5) В период между раздражениями барабан кимографа вращать таким образом, чтобы между сокращениями на кимограмме были равные промежутки (5 мм).
- 6) Определить максимальную силу раздражения, при которой регистрируется максимальный ответ.
- 7) Убедиться, что дальнейшее увеличение силы раздражителя не увеличивает амплитуду сокращений.
- 8) Полученные результаты записать в тетрадь, вклеить кимограмму. Отметить величину порогового раздражителя, величину максимального раздражителя.

ТЕМА 2

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ НЕРВНОЙ ТКАНИ

Нервная ткань является основным структурным элементом нервной системы. Она состоит из **нервных клеток (нейронов, нейроцитов)** и связанных с ними **клеток нейроглии**.

Нейроны - основные структуры нервной ткани. В нейроне различают тело, отростки и нервные окончания. Существуют два типа отростков: **аксон (нейрит)** и **дендрит**. По числу отростков нервные клетки делят на **униполярные** – с одним отростком (аксоном), **биполярные** – с двумя отростками (аксоном и дендритом) и **мультиполярные** – с тремя отростками и более. Разновидностью биполярных клеток являются **псевдоуниполярные** нейроны. От их тела отходит один большой вырост, который затем Т-образно делится на аксон и дендрит. Большинство нейронов нервной системы – мультиполярные клетки.

Все клетки **нейроглии** делят на два генетически и функционально различных вида: **макроглию (глиоциты)**, которые развиваются из элементов нервной трубки, и **микроглию (глиальные макрофаги)**,

развивающиеся из мезенхимы. К макроглии относятся **эпендимоциты**, выстилающие полости центральной нервной системы, **астроциты** и **олигодендроциты**. Клетки макроглии выполняют трофическую, секреторную, разграничительную и опорную функцию, клетки микроглии – защитную (фагоцитоз).

Нервные волокна – это отростки нейронов вместе с глиальными оболочками. По своему строению они делятся на безмиелиновые и миелиновые.

Работа 1.

Нейроны, нейроглия, нервные волокна

Цель занятия: изучить микроскопическое строение нейронов, глиальных клеток, нервных волокон.

Оборудование: микроскоп, микропрепараты, слайды, таблицы.

Методика выполнения работы:

- 1) Изучить микроскопическое строение нейронов, их функциональное значение и классификацию.
- 2) На микропрепарате идентифицировать и зарисовать различные типы нейронов, органеллы специального назначения: тигроидное вещество (субстанция Ниссля) и нейрофибриллы.
- 3) Изучить микроскопическое строение, функциональное значение и классификацию клеток нейроглии.
- 4) На микропрепарате идентифицировать виды глиальных клеток, зарисовать и обозначить их функциональное значение.
- 5) Изучить микроскопическое строение нервных волокон, их функциональное значение и классификацию.
- 6) На микропрепарате идентифицировать и зарисовать миелиновые и безмиелиновые нервные волокна.

ТЕМА 3

РЕФЛЕКТОРНЫЙ ХАРАКТЕР ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Деятельность центральной нервной системы носит рефлекторный характер и проявляется в возникновении одних рефлексов и торможении других. Основой рефлекторной теории является классический труд *И.М. Сеченова* (1863) «*Рефлексы головного мозга*». в котором впервые был провозглашен тезис о том, что все виды сознательной и бессознательной жизни человека представляют собой рефлекторные реакции.

Рефлексом называется ответная реакция организма на раздражение, осуществляющаяся с участием центральной нервной системы. Структурной и функциональной основой рефлекса является **рефлекторная дуга**. Поскольку контакты между нейронами осуществляются через синапсы, то принято различать моно- и полисинаптические рефлексы. Рефлексы, в которых контактируют между собой два нейрона, называют **моносинаптическими**, все другие, имеющие два и более синаптических переключения, - **полисинаптическими**. Двухнейронные рефлекторные дуги имеют свои особенности: рецептор и эффектор лежат в одном органе (например, рецептор лежит в той же мышце, которая отвечает на раздражение). В любой рефлекторной дуге афферентный путь представлен афферентным нейроном, тело которого лежит в спинномозговом ганглии. Центральное звено различных рефлексов организовано по-разному. В двухнейронной дуге аксон афферентного нейрона подходит к телу клетки и дендритам эфферентного нейрона в передних рогах спинного мозга. В трехнейронной рефлекторной дуге в центральной нервной системе расположен вставочный нейрон. В свою очередь аксон вставочного нейрона подходит к телу эфферентного нейрона.

Полисинаптическая рефлекторная дуга имеет большое количество вставочных нейронов. Эфферентный путь любого рефлекса идет по эфферентному нейрону, тело которого лежит в передних рогах спинного мозга. Большинство рефлекторных реакций осуществляется по полисинаптическим рефлекторным дугам.

Целесообразность любой рефлекторной реакции обеспечивается *петлей обратной связи*, которая устанавливает связь между результатом рефлекторной реакции и нервным центром, формирующим рефлекторные команды. Такая структура рефлекторной дуги совершенствует рефлекторную реакцию и оптимизирует поведение организма.

Работа 1.

Анализ рефлекторной дуги

Рефлекторная дуга состоит из 5 звеньев: рецептор, афферентный путь, центральная нервная система, эфферентный путь, эффектор. Любая рефлекторная реакция начинается с раздражения рецептивного поля и заканчивается приспособительным эффектом (моторным, секреторным, сосудо-двигательным и др.). Рефлекторная реакция может осуществляться только при условии целостности всех звеньев рефлекторной дуги. Если нарушено хоть одно из них, рефлекторная реакция невозможна.

Цель работы: исследовать участие всех звеньев рефлекторной дуги в осуществлении рефлекторной реакции.

Оборудование: лягушка, набор инструментов для препарирования, 0,5%-ный раствор серной кислоты, раствор новокаина, штатив с зажимом и пробкой, стакан с водой, фильтровальная бумага.

Методика выполнения работы:

1. Приготовить спинальную лягушку, т. е. лягушку с разрушенным головным и сохраненным спинным мозгом. Подвесить ее на штативе, приколотив нижнюю челюсть булавкой к пробке, зажатой в держателе. На правой лапке вдоль бедра отпрепарировать седалищный нерв и подвести под него лигатуру.
2. Установить роль рецептора в осуществлении рефлекторной реакции:
 - а) положить на кожу голени правой лапки кусочек фильтровальной бумаги, смоченной 0,5%-ным раствором серной кислоты. Отметить рефлекторную реакцию на раздражение кожи кислотой. После каждого раздражения кислоту нужно смывать, опуская лапку в стакан с водой;
 - б) на голени той же лапки вырезать кусочек кожи. Фильтровальную бумажку, смоченную кислотой, осторожно положить на обнаженный участок мышцы. Следить, 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.
3. Установить роль афферентного пути:
 - а) смыть кислоту с мышцы, проверив, сохранилась ли рефлекторная реакция на раздражение кожи. Она сохранилась;
 - б) наблюдать рефлекторную реакцию этой же (правой) лапки (с отпрепарированным седалищным нервом) при опускании кончиков пальцев в кислоту. Возникает двигательная реакция;
 - в) осторожно приподнять отпрепарированный седалищный нерв и положить под него ватку, смоченную новокаином. При этом нарушается проводимость нерва, причем сначала выключаются афферентные волокна, а затем - эфферентные.

После наложения на нерв новокаина каждую минуту проверять наличие рефлекторной реакции на раздражение лапки кислотой. Исчезновение рефлекторной реакции указывает на то, что афферентные волокна полностью утратили проводимость.

Одновременно наблюдать за тонусом мышц правой конечности, сравнивая ее положение с положением левой лапки. Правая лапка становится длиннее.

4. Установить роль эфферентного пути:

а) сразу после исчезновения рефлекса при раздражении правой лапки раздражать левую лапку и наблюдать ответную реакцию правой. Затем на кожу спины наложить бумажку, смоченную кислотой. Отметить, что в обоих случаях в рефлекторной реакции участвуют две лапки. Это говорит о том, что проводимость двигательных волокон правой лапки еще сохранена. Кислоту с кожи спины удалять ваткой, смоченной в воде;

б) продолжая наблюдение, отметить момент исчезновения рефлекторной реакции правой лапки при раздражении другой лапки или кожи спины. Если рефлекторные реакции длительное время не исчезают, исключите проведение возбуждения по эфферентным волокнам путем перерезки седалищного нерва (перерезайте его на бедре как можно выше).

Убедиться, что после такой перерезки нерва правая лапка не вступает в реакцию при нанесении раздражения на любые участки кожи.

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

5. Установить роль центральной нервной системы, для чего:

а) раздражать левую лапку кислотой или пощипыванием пинцетом и наблюдать ответную рефлекторную реакцию;

б) разрушить спинной мозг, вставив препаровальную иглу в спинномозговой канал. Отметить полное исчезновение рефлекторных реакций.

6. Анализируя эксперимент, привести доказательства участия в рефлекторной реакции всех звеньев рефлекторной дуги: рецептора, афферентного пути, центральной нервной системы, эфферентного пути. Зарисовать схему рефлекторной дуги.

Работа 2.

Изучение спинномозговых рефлексов и их рецептивных полей

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

У спинальной лягушки при раздражении тех или иных рецептивных полей возникают строго определенные рефлексы.

Цель работы: изучить схему рецептивных полей защитных рефлексов у лягушки.

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

Методика выполнения работы:

- 1) Приготовить спинальную лягушку. Подвесить ее на штативе, приколов нижнюю челюсть булавкой к пробке. Дождаться, пока у лягушки пройдет шок (послеоперационное угнетение спинного мозга).
- 2) Нарезать небольшие кусочки фильтровальной бумаги. Один из них поместить на наружную поверхность кожи голени задней лапки. При этом наблюдается сгибательный рефлекс.

- 3) Бумажку, смоченную кислотой, помещают на боковую поверхность брюшка. Через некоторое время наблюдается защитный потирательный рефлекс – лягушка сбрасывает раздражающий агент ближайшей лапкой.
- 4) Зарисовать схему рецептивных полей наблюдаемых защитных рефлексов. Сделать выводы.

Работа 3.

Определение времени рефлекса при разной силе раздражения

Временем рефлекса называют время от момента нанесения раздражения до появления ответной реакции. Оно состоит из времени, которое затрачивается на возникновение возбуждения в рецепторе, времени прохождения возбуждения по афферентному пути, времени передачи импульсов в центральной нервной системе через последовательный ряд синапсов с афферентного пути на эфферентный, времени передачи возбуждения по эфферентному пути, времени, затраченного на передачу через синапсы концевой пластинки и возникновение возбуждения в рабочем органе.

Время проведения возбуждения в центральной нервной системе называется *центральным временем рефлекса*. Оно тем больше, чем сложнее рефлекторный акт (чем больше промежуточных нейронов участвует в его осуществлении, тем больше происходит синаптических переключений). Установлено, что время рефлекса зависит от силы раздражения: оно тем меньше, чем больше сила раздражения, и, наоборот, оно тем больше, чем слабее раздражение.

Цель работы: изучить зависимость времени рефлекса от силы раздражения.

Оборудование: лягушка, набор инструментов для препарирования, 0,1%-ный, 0,3%-ный и 0,5%-ный растворы серной кислоты, штатив с муфтой, зажимом и пробкой, метроном, стакан с водой.

Методика выполнения работы:

- 1) Приготовить спинальную лягушку и подвесить ее на штативе.
- 2) Пустить в ход метроном, установив его на частоту 60 ударов в 1 мин.
- 3) Погрузить кончики пальцев одной из лапок лягушки в стаканчик с 0,1%-ным раствором серной кислоты и сосчитать число ударов метронома от момента погружения лапки в кислоту до появления ответной реакции на раздражение. Таким образом, вы определите время рефлекса в секундах.
- 4) Повторить определение времени рефлекса 2-3 раза, после каждого раздражения обмывать лапку водой. Повторное определение проводить через 2-3 мин. Подсчитать среднее время рефлекса.
- 5) Установить зависимость между силой раздражения и временем рефлекса. Для этого определить среднее время рефлекса. Применяя в качестве раздражителя растворы серной кислоты более высокой концентрации – 0,3% и 0,5%. Определяя время рефлекса, погружайте в кислоту одну и ту же лапку до определенного уровня.
- 6) Полученные данные занести в таблицу. Сделать вывод, какова зависимость времени рефлекса от силы раздражения.

Концентрация серной кислоты (%)	Время рефлекса при повторных определениях (сек.)			Среднее время рефлекса (%)
	1	2	3	
0,1%				
0,2%				
0,3%				

Работа 4.

Исследование рефлексов у человека

Цель: овладеть навыками исследования наиболее доступных для выявления и отличающихся наибольшим постоянством у здорового человека рефлексов.

Оборудование: шпатель, неврологический молоток, бинт.

Методика выполнения работы

Надбровный рефлекс

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: короткий удар молоточком по краю надбровной дуги.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: быстрое смыкание век (мигание).

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: продолговатый мозг, мост мозга.

Роговичный (корнеальный рефлекс)

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: осторожное прикосновение мягкой бумажкой (мягкой ниткой) к роговице над радужной оболочкой.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: быстрое смыкание век (мигание).

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: продолговатый мозг, мост мозга.

Зрачковый (на свет) рефлекс

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: испытуемый смотрит на источник света, глаза открыты. Плотно прикрыть ладонями оба глаза, затем быстро отвести руку.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: сужение зрачка при внезапном освещении его после затемнения.

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: средний мозг.

Нижнечелюстной рефлекс

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: короткий удар молоточком по шпателью, положенному на зубы нижней челюсти при слегка открытом рте.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: смыкание челюстей (закрывание рта) **УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ:** продолговатый мозг, мост

Бицепс- рефлекс (локтевой)

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: исследующий левой рукой поддерживает предплечье испытуемого в полусогнутом положении, подставив ладонь своей руки под его локоть. Наносят удар молоточком по сухожилию двуглавой мышцы плеча над локтевым сгибом.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: сгибание предплечья в локтевом суставе.

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: шейный отдел спинного мозга (V-VI сегмент)

Коленный рефлекс

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: испытуемый садится на стул и кладет одну ногу на другую. Наносят удар молоточком по сухожилию четырехглавой мышце бедра ниже коленной чашечки.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: разгибание голени в коленном суставе.

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: поясничный отдел спинного мозга (II-IV сегмент).

Ахиллов рефлекс

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: испытуемый становится коленями на стул так, чтобы свисали ступни его ног. Наносят удар молоточком по ахиллову сухожилию.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: подошвенное сгибание стопы.

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: крестцовый отдел спинного мозга (I-II сегмент)

Брюшные (верхний, средний, нижний)

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: штриховое раздражение кожи живота выше, на уровне, ниже пупка.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: сокращение мышц брюшного пресса в области раздражения.

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: грудной отдел спинного мозга (VII-VIII; IX-X; XI-XII сегменты).

Подошвенный рефлекс

СПОСОБ ВЫЗЫВАНИЯ: штриховое раздражение подошвенной поверхности кожи.

ПРОЯВЛЕНИЕ ОТВЕТНОЙ РЕАКЦИИ: сгибание пяти пальцев стопы.

УРОВЕНЬ ЗАМЫКАНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ: пояснично-крестцовый отдел спинного мозга (V; I сегменты).

Проанализировав полученные данные, необходимо сделать вывод по каждому рефлексу. Выводы могут быть следующими:

1. Рефлексы живые (т.е. в норме).
2. Рефлексы очень живые (гиперрефлексия).
3. Рефлексы вялые (гипорефлексия) или отсутствуют (арефлексия).
4. Работу оформить в виде таблицы.

Название рефлекса	Способ вызывания	Проявление ответной реакции	Уровень замыкания ответной реакции	Вывод
Надбровный рефлекс				
Роговичный рефлекс				
Зрачковый рефлекс				
Бицепс-рефлекс				
Коленный рефлекс				
Ахиллов рефлекс				
Брюшные рефлексы				
- Верхний				
- Средний				
- Нижний				
Подошвенный рефлекс				

ТЕМА 4

ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ СТРУКТУР НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Совокупность нервных и глиальных клеток, межклеточного вещества и кровеносных сосудов в центральной нервной системе условно можно разделить на *спинной* и *головной* мозг. Центральная нервная система (ц.н.с.) функционально связывает в единое целое все ткани и органы организма, воспринимает многообразные изменения, возникающие во внутренней или внешней среде, с помощью разномодальных рецепторов, центральная нервная система играет также ведущую роль в регуляции и координации всех сторон жизнедеятельности, обеспечивая взаимодействие организма со средой. Это взаимодействие осуществляется благодаря формированию как простейших рефлекторных реакций, так и сложных поведенческих актов, включая психическую деятельность человека.

Важнейший принцип эволюции физиологических систем, включая головной мозг, состоит в том, что ранее существовавшие структуры сохраняются в процессе эволюции, но, уступая место новым механизмам, приобретают иную роль. Примером может служить лимбическая система мозга: она в эволюционном ряду теряет свою принадлежность к обонятельной функции и участвует в регуляции состояний организма (цикл «сон-бодрствование», мотивации, эмоции и т.д.).

В процессе эволюции происходит так же *кортиколизация* функций и сложные формы деятельности обеспечиваются уровнем коры больших полушарий. С другой стороны, в осуществлении сложных форм поведения участвуют разные уровни центральной нервной системы, каждый из которых вносит в организацию физиологической функции свой вклад. Например, ретикулярная формация мозгового ствола и лимбическая

система принимают участие в обеспечении и регуляции тонуса мозга. Вместе с тем, нейронные сети стволового уровня и уровня спинного мозга, с одной стороны, обладают некоторой автономностью, с другой – в организме не действуют совершенно независимо.

Таким образом, сложнейшая деятельность организма распределена во многих структурах и включает многие локусы спинного мозга, мозгового ствола, промежуточного мозга, а также ряд областей коры. В результате разные по сложности формы поведения формируются на различных уровнях центральной нервной системы.

Работа 1

Изучение статических и статокинетических рефлексов человека

Система двигательного контроля в центральной нервной системе обеспечивает выполнение сложнокоординированных рефлексов движения, поддержание определенного положения тела в пространстве и включает многие структуры, находящиеся на разных ее уровнях. В их расположении прослеживается четкая иерархия, отражающая постепенное усовершенствование двигательных функций в процессе эволюции, сопровождавшейся не только перестройкой существовавших двигательных систем, но и появлением новых контролирующих структур, отвечающих за определенные программы движений. Интегративными центрами двигательной системы являются отделы спинного мозга, мозжечок, стриопаллидарная система и моторные зоны коры больших полушарий. Функциональные изменения в этих структурах проявляются в изменениях двигательных рефлексов разной степени выраженности.

Цель работы: изучить роль центральной нервной системы в осуществлении статических и статокинетических рефлексов (координация движений, мышечного тонуса и равновесия тела).

Оборудование: секундомер.

Методика выполнения работы:

1. Проба на способность сохранять равновесие (проба Ромберга, Ромберга симптом, Ромберг М. – нем. врач, 1795 – 1879).

а) испытуемый стоит со сдвинутыми вместе стопами, выдвинутыми вперед руками и открытыми (закрытыми глазами).

б) испытуемый стоит, поставив ноги по одной линии с выдвинутыми вперед руками и открытыми (закрытыми) глазами.

в) испытуемый стоит на одной ноге (другая согнута в колене и упирается в опорную ногу). Фиксируется время, в течение которого испытуемый может стоять в этой позе.

г) испытуемому предлагается:

- простоять в позе руки по швам 15 сек.;
- вытянуть руки вперед, простоять еще 15 сек;
- закрыть глаза и простоять еще 15 сек;
- поднять голову с закрытыми глазами вверх и простоять еще 15 сек.

Симптом Ромберга (нарушение статики) считают положительным, если испытуемый пошатывается или теряет равновесие при выполнении задания «а». В тех случаях, когда нарушение равновесия выявляется недостаточно четко, используется задание «б». При поражениях мозжечка отклонение испытуемого происходит, главным образом, в сторону его пораженного полушария. Пошатывание в позе Ромберга может наблюдаться и при отсутствии органических изменений нервной системы, например, при неврозах.

2. Проба на способность сохранять равновесие.

Испытуемому предлагается пройти по строго определенной прямой линии. При мозжечковых нарушениях наблюдается походка пьяного человека, причем испытуемый пошатывается в сторону, соответствующую локализации очага поражения.

3. Пробы на координацию движений.

а) пальценосовая проба.

Испытуемый указательным пальцем касается кончика своего носа сначала с открытыми, а затем с закрытыми глазами. При нарушении координации (атаксии) испытуемый промахивается, движения его неловкие, наблюдается интенционное дрожание в конце целенаправленного движения.

б) пяточно-коленная проба.

В положении лежа испытуемый должен поставить пятку одной ноги на колено другой, а затем провести пяткой по передней поверхности голени. При атаксии нижних конечностей отмечаются неловкость и неточность движений.

4. Проба на согласованную деятельность мышц, принадлежащим к разным мышечным группам.

Испытуемому предлагается принять положение сидя без помощи рук из положения лежа. При нарушении согласованной деятельности наблюдается асинергия мышц ног и торса (сначала поднимаются ноги, а затем торс).

5. Речевая проба.

Рассогласование системы двигательного контроля в центральной нервной системе характеризуется нарушением речи. Это проявляется в возникновении скандированной речи, в которой появляется ритмическая расстановка ударений в словах, «разорванных на слоги», замедленность в произнесении слов.

6. На основании проведенных тестов сделать выводы о состоянии системы двигательного контроля в центральной нервной системе.

Работа 2

Изучение цитоархитектонических полей коры больших полушарий

Клеточный состав коры больших полушарий по разнообразию строения, функциональным связям отличается от других отделов центральной нервной системы. Нейронный состав коры, их распределение по слоям, разные функциональные связи между собой в разных областях образует **цитоархитектонику** коры. Впервые цитоархитектоническую карту коры составил К. Бродман (1909), который разделил всю поверхность коры на 52 цитоархитектонических поля.

Цель работы: изучить цитоархитектоническую карту коры больших полушарий.

Оборудование: слайды, атласы, таблицы, бланки.

Методика выполнения работы:

1) Используя атласы и таблицы, изучить цитоархитектоническую карту коры больших полушарий, которые находятся в 11 областях коры:

- постцентральная область (поля 1, 2, 3, 43);
 - прецентральная область (поля 4, 6);
 - лобная область (поля 8, 9, 10, 11, 12, 44, 45, 46, 47, 48);
 - островковая область (поля 13, 14, 15, 16);
 - теменная область (поля 5, 7, 39, 40);
 - височная область (поля 20, 21, 22, 36, 37, 38, 41, 42, 52);
 - затылочная область (поля 17, 18, 19);
 - поясная область (поля 23, 24, 25, 31, 32, 33);
 - ретросплениальная область (поля 26, 29, 30);
 - гиппокамповая область (поля 27, 28, 35, 48);
 - обонятельная область (поле 51, обонятельный бугорок, периамигдаллярная область).
- 2) На подготовленных бланках отметить цитоархитектонические поля и их расположение.

Работа 3

Функциональная асимметрия (ФА) головного мозга

Современные исследования показывают, что у человека сформировалось как бы два мозга – правое полушарие и левое полушарие, связанные преимущественно с противоположными сторонами тела. Считается общепринятым, что в социальной среде доминирующим является левое полушарие, в котором сосредоточены центры речи, тонкой моторики, анализа информации и принятия решений. Левое полушарие большинства людей отличается большим объемом, сложностью извилин и нейронной организации коры, связью коры с подкорковыми структурами (преимущественно с ретикулярной формацией), концентрацией некоторых медиаторов.

Речь, мышление, прогнозирование, осознанная деятельность в большей степени находятся под контролем левого полушария. Правое

полушарие ответственно за процессы образного восприятия, спонтанного (чаще всего наследственного) реагирования, адаптацию к окружающей среде, за творческие и нестандартные решения, за подсознательные процессы. Правое полушарие обрабатывает информацию параллельно, целостно, левое полушарие - последовательно, символически.

Следует отметить, что значения функциональной асимметрии не могут являться окончательными критериями для прогноза адаптивности, профессиональной пригодности или склонности к патологиям, так как конкретные функциональные системы деятельности очень динамичны и включают множество зон мозга в различных комбинациях. Тем не менее, общая «готовность», предрасположенность к различным типам реагирования существенно зависит от функциональной асимметрии, которая является нейропсихологической базой для развития адаптивных реакций.

Цель работы: познакомиться с динамическими методами исследования функциональной асимметрии у человека.

Оборудование: набор тестов для исследования функциональной асимметрии.

Методика выполнения работы:

Представленный набор тестов тестирует параметры, характеризующие либо двигательную сферу (асимметрия рук, ног), либо сенсорную (зрение, слух и т.д.). Все параметры измеряются по единой шкале:

- левый признак: - 1 балл
- нечетко выраженный левый: - 0,5 баллов
- неопределенный: 0 баллов
- нечетко выраженный правый: 0,5 баллов
- правый признак: 1 балл.

Двигательная (моторная) асимметрия

Задание 1: Асимметрия рук.

Тест «Замок».

Сцепить пальцы рук в замок. Доминирует рука, большой палец которой оказался сверху.

Тест «Хлопок».

Похлопать в ладоши. Рука, которая движется активней и находится сверху, доминирует.

Тест «Поза Наполеона».

Сложить руки на груди. Рука, которая первая захватывает плечо другой, является доминирующей.

Тест «Аннет». Отметить, какой рукой испытуемый:

1. Пишет или рисует – «пишущая рука».
2. Режет ножницами – «ножницы».
3. Зажигает спичку – «спички».
4. Вдевает нитку в иголку – «нитки».
5. Раздает карты – «карты».
6. Заводит часы – «часы».
7. Ловит и бросает мяч – «мяч».
8. Держит теннисную ракетку – «ракетка»
9. Держит нож – «нож».
10. Отвинчивает крышки – «крышка».
11. Держит молоток – «молоток».
12. Держит зубную щетку – «зубная щетка».

Тест «Центр письма».

Взять в руки ручку (карандаш) и написать любую букву, слово. Если при этом рука загибается крючком внутрь, то центр письма находится коллатерально (в противоположном полушарии) центру управления рукой.

Соответственно проставляются баллы асимметрии (по сравнению с тестом «Пишущая рука»).

Задание 2: Асимметрия ног.

Тест «Закидывание ног».

Сидя закинуть ногу на ногу. Нога, оказавшаяся сверху – ведущая.

Тест «Шаг».

Сделать шаг назад из положения стоя, ноги вместе. Ведущая нога, которая делает шаг.

Тест «Прыжок».

Подпрыгнуть на одной ноге. Ведущей является толчковая нога.

Сенсорная асимметрия

Задание 1: Асимметрия зрения.

Тест «Память».

Испытуемый должен вспомнить любимую книгу или фильм. Экспериментатор смотрит прямо в глаза испытуемого. Доминирующей является сторона, в которую «уводятся» глаза при вспоминании.

Тест «Прицеливание».

Взять карандаш в руку и поместить его вертикально на вытянутой руке (проба Розенбаха). Прицелиться через него на любой маленький объект на расстоянии 2 м. Экспериментатор по очереди закрывает глаза обследуемому. Глаз, при закрытии которого объект сдвигается максимально, ведущий. Этот тест можно выполнить, «прицеливаясь» через лист бумаги с отверстием 2 мм.

Задание 2: Асимметрия слуха.

Тест «Часы».

Поочередно подносить часы к каждому уху и определить, в каком из них звук громче. Это ухо – ведущее.

Тест «Телефон».

Ведущим является ухо, к которому чаще всего подносится телефонная трубка при разговоре.

Задание 3: Асимметрия тактильная.

Тест «Кисть».

Развернуть перед собой кисти рук ладонями вверх и ощутить их вес. Кисть, которая ощущается тяжелее, является ведущей.

Тест «Щека».

Для выполнения этого теста необходима акварельная или косметическая кисточка. Проводят легкие касательные движения кисточкой обеих щек обследуемого (по очереди несколько раз). Щека, которая ощущает касания сильнее, является ведущей.

Критерии оценки функциональной асимметрии

ФА подсчитывается по формуле:

$$A = (\text{суммарное кол-во баллов} / \text{число тестов}) \times 100\%$$

Можно выделить условные (в процентах) границы основных типов асимметрии:

1 тип: от -100% до -50% - полное или почти полное левшество;

2 тип: от -50% до -10% - сильное левшество;

3 тип: от -10% до +10% - амбидекстр (неопределенный);

4 тип: от 10% до 50% - сильное правшество;

5 тип: от 50% до 100% - полное или почти полное правшество.

Тип 1: Отличается склонностью к природе, творческой активностью, нестандартным мышлением, чаще невербальным (интуитивное, трудно поддающееся вербализации, осознанию). Такие люди с трудом подчиняются жестким социальным нормам, ритмам и при малейшем давлении у них могут проявляться невротические реакции. Они склонны к химической (или другой) компенсации своих проблем (алкоголизм,

наркомания и т.д.). Чаще встречается среди хронических больных, особенно среди психических больных в депрессивной форме, среди людей с различными формами инфантилизма и задержек развития, нарушениями речи и координации тонких, точных движений.

Тип 2: То же, что и для типа 1, но патологические тенденции выражены значительно слабее, а творческие – ярче. Возможны неврозы, фобии и т.д. Степень социальной адаптации – умеренная.

Тип 3: Может распадаться на две группы:

А) слабо дифференцированные – по всем частным асимметриям значения близки к нулю. Представители этой группы склонны к пассивной адаптации, ведомые, неуверенные, изредка истеричные и эгоистичные. Весьма вероятно задержка развития;

Б) разносторонние – по всем частным асимметриям значения большие, но взаимно компенсированные. Такие люди легко адаптируются в любых условиях и могут демонстрировать различные стратегии поведения.

Тип 4: Хорошая социальная адаптация, хорошая речь, логическое мышление, преобладают положительные эмоции, хорошо планируют деятельность и достигают целей.

Тип 5: Отличается стремлением к жесткой логике, жесткому поведению, доминированию во всем. Стремление к «правде» приводит к многочисленным конфликтам с людьми и природой, что выражается в виде неожиданных событий «катастрофического» типа. Работоголики, эмоциональная сфера которых слабо развита, интуиции не доверяют. При накоплении проблем могут резко перейти к патологии и стать похожими на тип 1.

ТЕМА 5

ФИЗИОЛОГИЯ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Движение является жизненно важной функцией организма, которая связана с оборонительными, дыхательными, пищевыми, половыми, выделительными и другими процессами. Главная роль в осуществлении движения принадлежит скелетной мускулатуре, которая возникла в ходе эволюции одновременно и в тесной связи с развитием нервной системы.

Основная функция центральной нервной системы заключается в координации движений. Координация движений – преодоление избыточных степеней свободы движущегося органа. Для решения этой проблемы нервная система организует содружественные движения отдельных групп мышц.

Работа 1

Регистрация развернутой кривой мышечного сокращения

Цель работы: овладеть техникой регистрации и изучить особенности одиночного сокращения скелетной мышцы.

Оборудование: лягушка, кимограф, стимулятор, препаровальный набор, раствор Рингера, вата, бинт.

Методика выполнения работы:

- 1) Приготовить нервно-мышечный препарат.
- 2) Приготовить установку для регистрации и стимуляции.
- 3) Ослабить винт, фиксирующий барабан в кимографе.
- 4) Укрепить препарат в держателе.

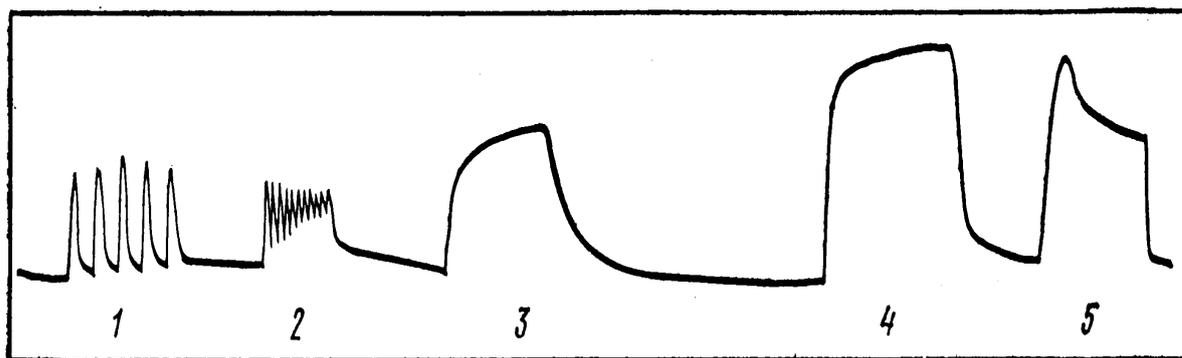
- 5) Вращая барабан кимографа рукой, прочертить прямую линию, соответствующую исходной длине мышцы.
- 6) Вернуть писчик к началу прочерченной кривой. Стеклянным крючком расположить нерв на электродах. Подать на нерв препарата 1 или 2 стимула сверхпороговой силы и в момент действия раздражителя рукой быстро повернуть барабан кимографа. Обратить внимание на регистрирующиеся следовые колебания мышцы.
- 7) Поместить полученную кимограмму в тетрадь, обозначить на кривой фазы одиночного сокращения.

Работа 2

Тетаническое сокращение поперечнополосатых мышц.

Если раздражать мышцу серией импульсов с большими интервалами времени между ними (один раз в 1 с), то она отвечает на каждый импульс *одиночным сокращением*. Такие интервалы оказываются достаточными для сокращения мышцы и полного ее расслабления. Если посылать импульсы с большей частотой (более 10 раз в 1 с) и соответственно с меньшими интервалами, то возникает тетаническое сокращение, или *тетанус*, под которым понимают ответ мышцы на ритмическое раздражение. Различают тетанус зубчатый и гладкий.

Если каждый новый раздражающий импульс приходит в тот момент, когда мышца не полностью расслабилась после предыдущего сокращения, то форма тетануса будет зубчатой. Если последующий импульс приходит в момент укорочения мышцы, тетанус оказывается сплошным, гладким. При раздражении нерва нервно-мышечного препарата двумя импульсами с таким интервалом между ними, при котором второй импульс приходит к мышце во время повышенной ее возбудимости, происходит наложение кривых - суперпозиция. При этом на второй импульс возникает сокращение большей высоты, чем на первый.



- 1 – одиночное сокращение;
- 2 – зубчатый тетанус;
- 3 – гладкий тетанус;
- 4 – оптимум сокращения;
- 5 – пессимум сокращения.

Рис. 6. Виды сокращения мышц.

Цель работы: изучить особенности тетанического сокращения поперечнополосатых мышц.

Оборудование: электроды с клеммой для нервно-мышечного препарата, стимулятор, кимограф, миограф, лягушка, набор инструментов для препарирования, штатив с муфтой, раствор Рингера, пипетка.

Методика выполнения работы:

- 1) Приготовить нервно-мышечный препарат.
- 2) Бедренную кость препарата укрепить зажимом. Нерв положить на электроды. Сухожилие мышцы с помощью нити соединить с пишущим рычагом. Писчик приставить к бумаге, покрывающей барабан кимографа.

- 3) Раздражать препарат редкими одиночными импульсами пороговой силы длительностью 1 имп/с., которые вызывают видимую ответную реакцию. Подобрать интенсивность раздражения, достаточную для получения кривой сокращения.
- 4) Барабан кимографа пустить на быстрый ход.
- 5) Нажать на кнопку и записать кривую одиночного сокращения мышцы.
- 6) Нажать на кнопку 2 раза с кратчайшим интервалом и зарегистрировать суперпозицию.
- 7) Установить частоту раздражения на 1 Гц. Не изменяя силы тока, нанести раздражение в виде серии импульсов с частотой 10 – 20 имп/с.
- 8) При таком раздражении записать зубчатый тетанус. Отметьте большую высоту зубчатого тетануса по сравнению с одиночным сокращением при одинаковой интенсивности раздражения.
- 9) Для получения гладкого тетануса увеличить частоту раздражения до 20-30 имп/с. Силу раздражения оставить прежней.
- 10) Записать гладкий тетанус.
- 11) Кимограмму вклеить в тетрадь, на ней подписать название типов мышечных сокращений, указать частоту возникновения зубчатого и гладкого тетануса.

Работа 3

Исследование максимального мышечного усилия и силы

МЫШЦ КИСТИ

Физическая работоспособность характеризуется количеством участвующих в этом процессе мышц, динамикой их сокращения и расслабления, силой и длительностью мышечной работы.

В настоящее время хорошо изучена сила различных мышц. Однако, чаще всего пользуются определением силы мышц кисти, которая является суммарным показателем силы мышц, участвующих в осуществлении движения определенного типа.

Цель работы: ознакомиться с методом измерения силы мышц человека и изучить роль темпа мышечных сокращений по их суммарному результату.

Оборудование: кистевой и становой динамометры, секундомер.

Методика выполнения работы:

Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти

- 1) В положении стоя испытуемый отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу. Вторая, свободная рука, опущена и расслаблена.
- 2) Испытуемый 15 раз определяет максимальную силу мышц кисти с интервалом в 60 секунд между последующими определениями.
- 3) После 3-х минутного отдыха проводится второе определение (15 раз) с интервалом в 30 секунд, а затем при интервале 10 секунд и 5 секунд. Между отдельными измерениями испытуемый получает отдых по 3 минуты.
- 4) Подсчитать суммарную величину усилий при каждом темпе.
- 5) Построить графики, отражающие изменения максимальной силы при различных темпах сокращений, на них указать суммарную величину усилий (кг.).
- 6) Определить уровень работоспособности мышц по формуле:

$$P = (f(1) + f(2) + f(3) + \dots + f(n)) / n, \text{ где}$$

P – уровень работоспособности;

f (1), f (2) и т.д. – показатели при отдельных мышечных усилиях;

n – количество попыток.

7) Определить показатель снижения работоспособности мышц по формуле:

$$S = [(f (1) - f (min) / f (max)] \times 100, \text{ где}$$

S – показатель снижения работоспособности мышц;

f (1) – величина начального мышечного усилия;

f (min) – минимальная величина усилия;

f (max) – максимальная величина усилия.

8) Сделать выводы об индивидуальных особенностях изменения максимальной силы при различных темпах сокращений.

Определение становой силы

- 1) Расположить рукоятку станового динамометра на уровне коленных суставов.
- 2) На крюк динамометра надеть соединительную планку, один из зацепов которой (в зависимости от роста испытуемого) соединить с подставкой для упора ног.
- 3) Испытуемый должен встать на подставку, согнуться и взяться двумя руками за рукоятку. Руки и ноги при этом должны быть выпрямлены.
- 4) С максимальной силой потянуть рукоятку вверх, выпрямляя при этом туловище.
- 5) Повторить измерения 5 раз с интервалом в несколько минут.
- 6) Определить среднее значение становой силы.

ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ОБРАЗОВАНИЙ
(ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

План университета 2002 г.

Поз. 111

Редактор Завражнова Н.В.

Подписано к печати

Формат 84x108/32

Усл.печ.л. – 2,7

Уч.-изд.л. - 2,9

Тираж 50 экз.

Заказ

Бесплатно

Отпечатано в лаборатории офсетной печати ВГПУ

600024, г.Владимир, ул. Университетская, 2