

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

**МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО  
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ  
ПО ФИЗИОЛОГИИ**

**ЧАСТЬ II**

**Казань 2014**

УДК 612.0

*Печатается по решению кафедры анатомии, физиологии и охраны здоровья человека ИФМиБ ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"*

*Протокол № 4 от 20 октября 2014 г.  
заседания кафедры анатомии, физиологии и охраны здоровья человека ИФМиБ*

Научный редактор - доктор биологических наук, профессор, Ф.Г.Ситдиков.

Рецензент - кандидат биологических наук, доцент, А.В.Крылова.

**Билалова Г.А., Гиззатуллин А.Р., Миннахметов Р.Р.**

**Методическое руководство к лабораторным занятиям по физиологии. Часть II** / Г.А. Билалова, А.Р. Гиззатуллин, Р.Р. Миннахметов – Казань: ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет", 2014. – 34 с.

Настоящее руководство составлено в соответствии с программой дисциплины по физиологии человека для студентов Института физической культуры и спорта КФУ.

Целью руководства является привитие навыков самостоятельного экспериментирования, исследовательских приемов при изучении физиологии человека. Оно составлено применительно к условиям лаборатории физиологии, чтобы студент мог выполнить эксперименты самостоятельно.

В руководстве указывается порядок проведения опыта, а анализ полученного материала и выводы должны сделать сами студенты. В конце каждой работы даются контрольные вопросы, ориентирующие студента при самостоятельной работе с учебником.

© ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет", 2014  
© Билалова Г.А., Гиззатуллин А.Р., Миннахметов Р.Р.

## ФИЗИОЛОГИЯ ВОЗБУДИМЫХ ТКАНЕЙ

У позвоночных животных встречаются три типа мышечных тканей: поперечнополосатые или скелетные мышцы, гладкие мышцы и сердечная мышца. Мышцы состоят из мышечных волокон, способных сокращаться и расслабляться.

Поперечнополосатые мышцы образованы длинными (до нескольких сантиметров) волокнами. Поперечнополосатые мышцы расположены, как правило, между сочленяющимися костями, обладают высокой скоростью сокращения, быстро утомляются, иннервируются соматической нервной системой. Они служат человеку и животным преимущественно для движения конечностей и перемещения в пространстве. Скелетные мышцы способны развивать силу только при укорочении, поэтому, чтобы вернуть конечность в ее прежнее положение, необходимы две группы мышц. Такие пары мышц называются антагонистами. Каждое отдельное движение обеспечивается группами мышц, называемых синергистами. В основе специфических человеческих функций – речи и письма – также лежит деятельность поперечнополосатой мускулатуры.

Гладкие мышцы располагаются слоями, у позвоночных – входят в состав оболочек внутренних органов: кишечника, кровеносных сосудов, дыхательных путей, выделительных и половых органов, а также многих желёз. Они обеспечивают наполнение и опорожнение соответствующих полостей, а также определяют величину просвета кровеносных сосудов. Клетки гладких мышц у беспозвоночных разнообразны по форме и строению; у позвоночных в большинстве случаев веретенообразные, сильно вытянутые, с палочковидным ядром, дл. 50–250 мкм, в матке беременных животных – до 500 мкм; окружены волокнами соединительной ткани. Сократимый материал – протофибриллы – обычно располагается в цитоплазме изолированно; только у некоторых животных они собраны в пучки – миофибриллы. В гладких мышцах имеются все три вида сократимого белка – актин, миозин и тропомиозин. В отличие от поперечнополосатых мышц, для гладких мышц характерно медленное сокращение, затрачивая сравнительно мало энергии и не подвергаясь утомлению, они способны долго находиться в состоянии сокращения. Двигательная иннервация гладких мышц осуществляется отростками клеток вегетативной нервной системы, чувствительная – отростками клеток спинальных ганглиев.

Главным функциональным свойством мышечной ткани является возбудимость, т.е. способность переходить в состояние возбуждения при действии раздражителей. С возбудимостью тесно связано другое специфическое свойство мышцы – сократимость, т.е. способность изменять свою форму и развивать напряжение. Эти свойства характерны всем типам мышечной ткани. Однако мышцы различаются по количественным и качественным характеристикам ответных реакций. Например, у гладких мышц, по сравнению с поперечнополосатыми, отмечаются более высокий порог раздражения, более длинный латентный период, растянутость сократительного акта, способность к длительному поддержанию напряжения, т.е. к тоническому сокращению при низком уровне энергетических затрат. Гладкие мышцы способны к автоматической ритмической деятельности: к периодическим сокращениям без внешних раздражений, даже в условиях полной изоляции органа. Сокращения скелетной мускулатуры позвоночных рефлекторны по своей природе и возникают под влиянием импульсов, поступающих из центральной нервной системы.

Нервные волокна, подобно мышечным, обладают возбудимостью, но степень возбудимости нервных волокон значительно выше, чем мышечных. Нервные волокна также обладают специфической функцией – проводимостью, т.е. способностью к распространению возбуждения. В немиелинизированных волокнах нервные импульсы распространяются непрерывно и с меньшей скоростью, а в миелинизированных волокнах такого же диаметра импульс распространяется быстрее – скачками, от одного перехвата Ранвье до другого. Скорость распространения нервных импульсов зависит от диаметра волокна. В миелинизированных волокнах скорость пропорциональна диаметру волокна, в немиелинизированных – диаметру волокна в  $1/2$  степени.

Для изучения свойств мышц и нервов классическим объектом служит нервно-мышечный препарат, обычно икроножная мышца лягушки с подходящим к ней нервом. В опытах удобнее использовать препарат холоднокровных животных, так как этот препарат способен длительное время сохранять свои функции.

## РАБОТА № 1

### ПРИГОТОВЛЕНИЕ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО ПРЕПАРАТА

Цель работы: Овладеть навыком приготовления нервно-мышечного препарата для использования его в качестве объекта исследования закономерностей функционирования возбудимых тканей.

Приборы и материалы: набор инструментов для препарирования; 0,65% физиологический раствор; салфетка; нитки; гальванический пинцет; индукционная катушка; ключ; 2 источника постоянного тока; миограф с влажной камерой; набор проводов для составления электрической цепи; лягушка.

Порядок работы: Для обездвижения лягушку\* обезглавливают и разрушают спинной мозг. Взяв лягушку за задние лапки спинной стороной кверху, находят конец позвоночника и, отступив на 1 см по направлению к головной части, делают поперечный разрез позвоночника и окружающих его тканей. Разрез продолжают вправо и влево по бокам туловища, в направлении к задним конечностям. Всю свисающую переднюю половину туловища вместе с внутренностями удаляют поперечным разрезом около основания задних лапок. С оставшихся задних конечностей стягивают кожу. Приподняв препарат за остаток позвоночника, так, чтобы лапки свесились, удаляют выступающую кверху, копчиковую кость, при этом надо быть осторожным, чтобы не перерезать с внутренней стороны седалищные нервы. Затем осторожно разрезают по средней линии остаток позвоночника и тазовую кость в области лонного сочленения. Повернув лапку на брюшную сторону, обнаруживают желоб между двуглавой и полуперепончатой мышцами бедра, раздвигают эти мышцы так, чтобы седалищный нерв был виден на всем протяжении бедра. Приподняв нерв за остаток позвоночника, осторожно (не натягивая) препарируют его до коленного сустава. Очищенный нерв отбрасывают на мышцы голени. Очищают бедренную кость от всех мышц. Находят икроножную мышцу и перевязывают от сухожилия ниткой. Перерезают ахиллово сухожилие как можно ближе к стопе и отпрепарировывают икроножную мышцу от остальных тканей голени, кости и мышцы голени удаляют, перерезав их чуть ниже коленного сустава.

Готовый препарат - икроножную мышцу с иннервирующим ее

---

\*Примечание: В этой и всех последующих работах, в ходе которых животным могут наноситься болевые раздражения, используют лягушек в условиях обезболивания.

седалищным нервом и бедренной костью - увлажняют физиологическим раствором. Проверяют физиологическую целостность препарата, для этого концы гальванического пинцета прикладывают (не надавливая) к нерву как можно ближе к кусочку позвоночника. Если при этом мышца сокращается, то это указывает на пригодность препарата к работе.

## **РАБОТА № 2**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА РАЗДРАЖЕНИЯ ДЛЯ ОДИНОЧНЫХ ЗАМЫКАТЕЛЬНЫХ И РАЗМЫКАТЕЛЬНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ УДАРОВ. ПРЯМОЕ И НЕПРЯМОЕ РАЗДРАЖЕНИЕ МЫШЦЫ.**

#### Порядок работы:

1. Соберите цепь раздражения одиночными индукционными ударами (см.рис.1). Провода от вторичной катушки соедините с клеммами электродов влажной камеры, укрепленной на штативе миографа.

2. Приготовьте нервно-мышечный препарат и установите его в миографе. Уложите нерв на электроды.

3. Отведите вторичную катушку от первичной на такое расстояние, чтобы ни замыкание, ни размыкание ключа первичной цепи не вызывали сокращения мышцы (примерно на 40 см и более).

4. Замыкайте и размыкайте ключ, сближая катушки на 1-2 см после каждой пробы до тех пор пока не появится едва заметное сокращение мышцы. Снова раздвиньте катушки на несколько миллиметров и уточните величину порога раздражения в сантиметрах расстояния катушки отдельно для размыкания и замыкания.

5. Переключите раздражающие электроды непосредственно на мышцу и определите порог раздражения мышцы также отдельно на замыкательный и размыкательный удары. Сравните полученные цифры и дайте объяснение причин их различий.

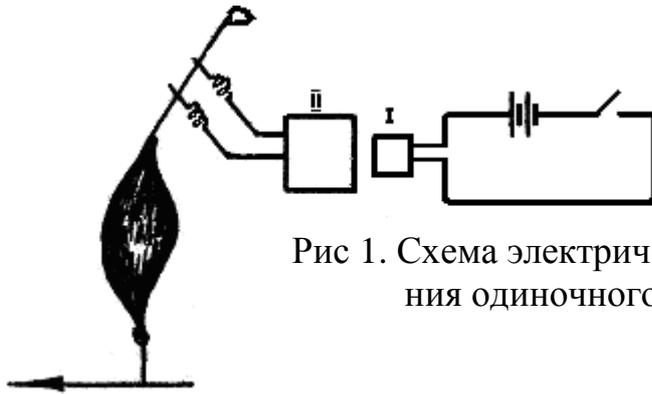


Рис 1. Схема электрической цепи для получения одиночного индукционного тока.

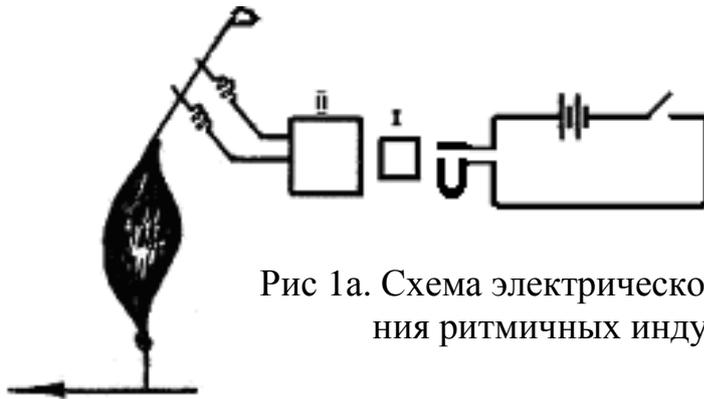


Рис 1а. Схема электрической цепи для получения ритмичных индукционных ударов.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятий возбудимость и возбуждение.
2. Что такое порог раздражения? В каких единицах измерения он может быть выражен?
3. В какой зависимости находятся возбудимость и порог возбудимости?
4. Почему порог раздражения неодинаков для замыкательного в размыкательного удара при работе с индукционной катушкой?

**РАБОТА № 3**

**ЗАПИСЬ КРИВОЙ ОДИНОЧНОГО МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ И ЕЕ АНАЛИЗ**

Приборы и материалы: индукционная катушка; 2 источника постоянного тока; миограф с влажной камерой; набор проводов; набор инструментов для препарирования; кимограф быстрого вращения; лягушка; салфетка; нитки; ключ; 0,65% физиологический раствор.

Порядок работы:

1. Соберите цепь для раздражения одиночными индукционными

ударами (см. рис.2). В первичную цепь введите последовательно контакты быстровращающегося барабана кимографа.

2. Приготовьте нервно-мышечный препарат и укрепите его в миографе.

3. Установите расстояние между катушками так, чтобы размыкание ключа (контакт кимографа в это время замкнут) вызывало максимальное сокращение мышцы.

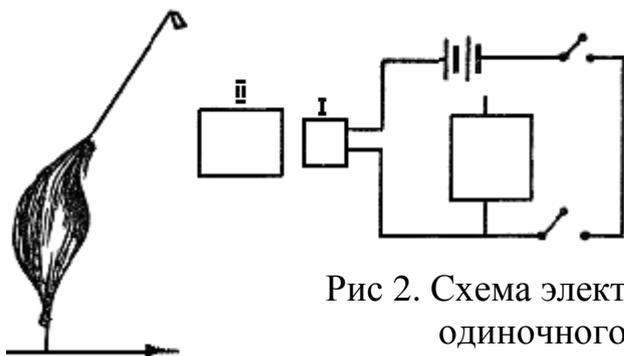


Рис 2. Схема электрической цепи для записи одиночного мышечного сокращения.

4. Приведите Писчик регистрирующего рычажка миографа в соприкосновение с закопченной лентой кимографа. Размыкая ключ убедитесь, что при сокращении мышцы писчик прочеркивает линию на ленте кимографа по всей высоте.

5. Отметьте момент раздражения мышцы. Для этого замкнув контакт кимографа и ключ первичной цепи, медленно передвигают барабан кимографа от руки до тех пор, пока специальный штифтик на горизонтальном диске барабана не разомкнет контакты. В этот момент мышца сократится и писчик запишет на барабане вертикальную линию, соответствующую моменту раздражения.

6. От руки же передвиньте барабан в исходное положение. Закрутите пружину барабана.

7. Замкните контакт кимографа и ключ первичной катушки.

8. Поднимите пусковую рукоятку кимографа, пружина приведет в движение барабан. Во время вращения штифтик на горизонтальном диске кимографа разомкнет контакт и на барабане запишется развернутая кривая мышечного сокращения.

9. На кривой одиночного мышечного сокращения проводят вертикальные линии через точки, соответствующие моменту раздражения мышцы, началу ее укорочения, максимальной величине укорочения, моменту полного расслабления.

### Контрольные вопросы:

1. Условия получения одиночного сокращения мышцы.
2. Какие периоды различают на кривой одиночного сокращения мышцы и какова их продолжительность?
3. Как отличаются кривые одиночного сокращения гладкой и поперечнополосатой мышцы?
4. Какие факторы могут изменять характер одиночного сокращения мышцы?

## **РАБОТА № 4**

### **ТЕТАНИЧЕСКОЕ СОКРАЩЕНИЕ МЫШЦЫ**

#### Порядок работы:

1. Соберите цепь для раздражения одиночными индукционными ударами (см.рис.1).
2. Приготовьте нервно-мышечный препарат.
3. Писчик миографа приставьте к закопченной поверхности барабана и подберите такую интенсивность раздражения, чтобы и замыкательный и размыкательный удары давали максимальные сокращения.
4. Сделайте на барабане кимографа три записи. Для этого: производите замыкание и размыкание ключа, подбирая интервал между каждым раздражением (повышая частоту) таким образом, чтобы каждое последующее раздражение поступило к мышце:
  - а) после периода расслабления
  - б) в середине периода расслабления
  - в) в периоды укорочения

Примечание: Момент нанесения раздражения определяют по движению писчика; если от руки не удастся получить частоту раздражения, достаточную для выполнения условий пункта в, то в первичную цепь введите электромагнитный прерыватель - молоточек индукционного аппарата (см. рис. 1а).

5. Проанализируйте полученные кривые, обращая внимание на форму и высоту сокращения.

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое тетаническое сокращение?
2. Назовите виды тетануса.
3. В чем различия теорий тетануса Г.Гельмгольца и Н.Е.Введенского?

## РАБОТА № 5

### НАБЛЮДЕНИЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ

Приборы и материалы: индукционная катушка; 2 источника постоянного тока; набор проводов; стеклянный крючок; гальванический пинцет; набор инструментов для препарирования; крупная лягушка; салфетка; 0,65% физиологический раствор; электроды для раздражения нерва.

#### Порядок работы:

##### I. Первый опыт Гальвани.

Приготовьте препарат, состоящий из нижней части позвоночника и соединенных с ней лапок. Рассмотрите нервные корешки, идущие с двух сторон вдоль копчика и образующие на бедре седалищные нервы. Подведите под оба пучка одну пластинку гальванического пинцета, а другой пластинкой прикасайтесь к мышцам лапки, вызывая их сокращения (другими концами пластинки соприкасаются друг с другом).

##### II. Второй опыт Гальвани.

(Сокращение без металла).

1. Приготовьте нервно-мышечный препарат. У готового, препарата отрежьте кусочек позвоночника.
2. Снимите небольшой участок мышечной фасции ближе к сухожилию так, чтобы при этом повредилась мышца.
3. С помощью стеклянного крючка набросьте конец нерва на место повреждения мышцы и наблюдайте сокращение мышцы.

##### III. Опыт вторичного сокращения. (Матеуччи)

1. Соберите установку для раздражения нерва прерывистым индукционным током (см. рис. 1а).
2. Приготовьте два нервно-мышечных препарата (можно использовать препараты предыдущего опыта). Поместите их на сухую эбонитовую пластинку (или тарелку).
3. К нерву одного препарата подведите раздражающие электроды, а нерв другого положите вдоль на мышцу первого.
4. Замкните ключ электрической цепи и наблюдайте за состоянием обеих мышц.

IV. Вторичное сокращение под влиянием токов действия сердца.

1. Обездвижьте крупную лягушку и обнажите сердце.
2. Приготовьте нервно-мышечный препарат.
3. Положите на сердце нерв препарата так чтобы он касался одновременно предсердия и желудочка.
4. Наблюдайте за сердцем и мышцей препарата.

Контрольные вопросы:

1. Объясните результаты всех опытов.
2. Что такое биоэлектрические потенциалы? Какие виды потенциалов возникают в организме?
3. Что такое критический уровень деполяризации клеточной мембраны?
4. Каков механизм возникновения биопотенциалов?
5. Почему величина потенциала повреждения уменьшается со временем?
6. Каково прикладное значение учения о биотоках?

## РАБОТА № 6

### ЗАВИСИМОСТЬ ВЫСОТЫ СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦЫ ОТ СИЛЫ РАЗДРАЖЕНИЯ

Приборы и материалы: индукционная катушка; 2 источника постоянного тока; ключ-рубильник; миограф с влажной камерой; набор проводов для составления электрической цепи; набор препаровальных инструментов; лягушка; 2 тарелки; салфетка; нитки; 0,65% физиологический раствор.

Порядок работы:

1. Соберите цепь для раздражения нервно-мышечного препарата одиночными индукционными ударами (см.рис.1).
2. Приготовьте нервно-мышечный препарат лягушки и укрепите его на миографе.
3. Определите порог раздражения, т.е. ту наименьшую силу индукционного тока, которая способна вызвать слабое, едва заметное сокращение мышцы.
4. Запишите на барабане кимографа ответ мышцы на пороговое раздражение нерва.

5. В дальнейшем постепенно усиливайте ток, продвигая каждый раз вторичную катушку на 1 см ближе к первичной и одновременно производите при этом замыкание и размыкание ключа - рубильника и записывайте ответ мышцы отдельно на размыкательный индукционный удар на барабане кимографа.

6. Пройдите всю шкалу санного аппарата от порога до супермаксимальных раздражений и прослеживайте за изменением высоты мышечного сокращения при каждом усилении тока.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие раздражения называются допороговыми, максимальными, субмаксимальными, супермаксимальными?

2. Какая зависимость существует между, силой раздражения и высотой сокращения в пределах субмаксимальных раздражений и почему?

3. Какова зависимость между силой раздражения и высотой мышечного сокращения в пределах супермаксимальных раздражении и почему?

4. В чем суть закона "все или ничего"?

5. Еще в каких структурах организма можно проследить подобные силовые отношения между воздействием и ответной реакцией?

## **РАБОТА № 7**

### **ОПТИМУМ И ПЕССИМУМ ЧАСТОТЫ РАЗДРАЖЕНИЯ**

Приборы и материалы: электростимулятор; кимограф; провода; миограф с влажной камерой; набор и препаровальных инструментов; 2 тарелки; нитки; салфетка; 0,65% физиологический раствор; лягушка.

#### Порядок работы:

1. Ознакомьтесь по инструкции с работой электростимулятора. Включите в сеть Электростимулятор.

2. Приготовьте нервно-мышечный препарат лягушки и укрепите его на миографе.

3. Найдите силовой порог раздражения, т.е. наименьшую силу тока, вызывающий слабое сокращение мышцы.

4. Для опыта возьмите ток на 1-2 деления выше порога.

5. Пустите в ход кимограф. Нанесите раздражение на нерв уко-

лом, найденной силы и запишите тетанус. Не прекращая записи, постоянно увеличивайте частоту импульсов, вращая ручку частоты импульсов на панели стимулятора по часовой стрелке до 100. Заметьте, что с увеличением частоты импульсов наблюдается постепенный подъем кривой до максимальной величины. При дальнейшем увеличении частоты кривая остается на той же большой высоте (оптимум частоты), а при большем учащении тока кривая начинает падать, тетанус уменьшается (пессимум частоты). Наши студенческие стимуляторы допускают предельное изменение частоты раздражения до 100. Для свежего нервно-мышечного препарата лягушки, такая частота является оптимальной, т.е. вызывает тетанус наибольшей высоты. Однако при длительном действии раздражений частотой 100 лабильность препарата снижается и на фоне снизившейся лабильности частота 100 становится уже пессимальной. Это можно заметить по снижению высоты тетануса (пессимум частоты). Если во время пессимального сокращения быстро уменьшить частоту раздражения до оптимальной, поставив клювик ручки "частота импульсов" на 60-40, то можно получить вновь повышение кривой сокращения, вновь появляется оптимальный эффект. При повторном резком учащении тока до 100 опять наступает снижение кривой (пессимум).

Этот характерный ход кривой тетанического сокращения в ответ на раздражение током меняющейся частоты показывает, что лучшим раздражителем являются токи средней частоты - оптимум частоты раздражения.

6. Полученные кривые зафиксировать, наклеить в тетрадь, сделать выводы.

#### Контрольные вопросы:

1. Что такое оптимум частоты раздражения?
2. Что такое пессимум частоты раздражения?
3. Каковы фазовые изменения возбудимости при прохождении волны возбуждения?
4. В чем практическое значение закономерностей оптимума и пессимума силы и частоты раздражения?

## Проверьте свои знания по теме «Физиология возбудимых тканей»

1. Назовите два основных белка, входящих в состав миофибрилл скелетных мышц.

- 1) актин и тубулин
- 2) миозин и коллаген
- 3) актин и миозин
- 4) кератин и коллаген

2. Скелетные мышцы снаружи покрыты тонкой и плотной волокнистой оболочкой - фасцией, которая относится к определенному виду ткани. Назовите этот вид ткани.

- 1) эпителиальная
- 2) соединительная
- 3) мышечная

3. Элемент одного из видов мышечной ткани представляет собой небольшую одноядерную клетку веретенообразной формы с заостренными концами. Назовите этот элемент.

- 1) гладкомышечная клетка
- 2) сердечная мышечная клетка
- 3) скелетное мышечное волокно

4. Назовите отдел верхней конечности, в котором расположены мышцы, сгибающие и разгибающие пальцы.

- 1) плечо
- 2) предплечье
- 3) запястье
- 4) пясть
- 5) пальцы

5. Назовите все основные свойства, характерные для мышечной ткани любого типа.

- 1) только сократимость
- 2) возбудимость и сократимость
- 3) проведение возбуждения и сократимость
- 4) автоматия и сократимость
- 5) возбудимость, проведение возбуждения и сократимость
- 6) возбудимость, проведение возбуждения, сократимость и автоматия

6. В скелетных мышцах находятся структуры, благодаря которым человек узнает: в состоянии растяжения или сокращения находится та или иная скелетная

мышца - и с большой точностью определяет положение тела, конечностей или их частей в пространстве. Назовите эти структуры скелетных мышц.

- 1) двигательные нервные окончания
- 2) миофибриллы
- 3) рецепторы
- 4) мышечные волокна
- 5) актиновые нити
- 6) миозиновые нити

7. В определенном участке нервной системы расположены нервные клетки, аксоны которых подходят к скелетным мышцам тела и конечностей и из своих окончаний выделяют химические вещества, запускающие сокращение этих мышц. Назовите участок нервной системы, в котором расположены эти нервные клетки.

- 1) продолговатый мозг
- 2) кора больших полушарий головного мозга
- 3) спинной мозг
- 4) спинномозговые узлы
- 5) мозжечок

8. Элемент одного из видов мышечной ткани представляет собой очень длинную структуру, которая имеет цилиндрическую форму, тупые концы, поперечную исчерченность и содержит очень большое число ядер и миофибрилл. Назовите этот элемент мышечной ткани.

- 1) гладкомышечная клетка
- 2) сердечная мышечная клетка
- 3) скелетное мышечное волокно

9. К какому типу относятся мышцы, которые сокращаются более медленно и находятся в сокращенном состоянии дольше, чем мышцы другого типа?

- 1) гладкие
- 2) поперечно-полосатые

10. Элемент одного из видов мышечной ткани представляет собой удлинненную структуру, которая имеет концевые разветвления, поперечную исчерченность, содержит миофибриллы и 1-2 ядра. Назовите этот элемент мышечной ткани.

- 1) гладкомышечная клетка

- 2) сердечная мышечная клетка
- 3) скелетное мышечное волокно

11. Назовите отдел нижней конечности, в котором расположены мышцы, сгибающие и разгибающие пальцы.

- 1) бедро
- 2) голень
- 3) предплюсна
- 4) плюсна
- 5) пальцы

12. Назовите структуры скелетного мышечного волокна, в состав которых входят белки актин и миозин.

- 1) микротрубочки
- 2) миофибриллы
- 3) микрофиламенты
- 4) микроворсинки

13. Укажите свойство, которое у скелетной поперечно-полосатой мышечной ткани отсутствует.

- 1) сократимость
- 2) возбудимость
- 3) автоматия
- 4) проведение возбуждения

14. Взаимодействие актиновых и миозиновых нитей друг с другом в присутствии ионов  $Ca^{2+}$  и АТФ ведет к укорочению миофибрилл — происходит сокращение. Во время расслабления ионы  $Ca^{2+}$  удаляются в особые структуры скелетного мышечного волокна. Назовите эти структуры.

- 1) рибосомы

- 2) лизосомы
- 3) ядра
- 4) полости гладкой эндоплазматической сети
- 5) митохондрии
- 6) полости аппарата Гольджи

15. Назовите отдел головного мозга, где находятся высшие двигательные центры, управляющие произвольными двигательными реакциями.

- 1) мозжечок
- 2) кора больших полушарий головного мозга
- 3) средний мозг
- 4) продолговатый мозг
- 5) спинной мозг

16. Как называется отросток нервной клетки, по которому нервный импульс идет от спинного мозга к скелетной мышце и вызывает сокращение ее мышечных волокон?

- 1) дендрит
- 2) аксон

17. Назовите участок цитоплазмы скелетного мышечного волокна, где происходит клеточное дыхание.

- 1) митохондрии
- 2) лизосомы
- 3) рибосомы
- 4) гиалоплазма - основное вещество цитоплазмы
- 5) аппарат Гольджи

# ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

## РАБОТА № 8

### РЕФЛЕКСЫ СПИННОГО МОЗГА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ РЕФЛЕКСА НА ЛЯГУШКЕ ПО СПОСОБУ ТЮРКА. АНАЛИЗ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ.

Приборы и материалы: штатив с зажимом; набор инструментов для препарирования; 0,5% и 1,0% растворы серной кислоты; фильтровальная бумага; метроном; нитка; стакан с водой; две лягушки; салфетка.

Порядок работы:

А. 1. Для получения рефлекса квакания самца лягушки положите на стол и слегка надавливайте пальцами на боковые поверхности туловища. При каждом надавливании животное квакает.

2. Пронаблюдайте обнимательный рефлекс, для чего на груди самца раздражайте пальцем кожу. Обе передние конечности схватывают палец к груди (рефлекс лучше проявляется в весеннее время).

Б. Рефлексы спинного мозга.

1. Приготовьте спинномозговую или спинальную лягушку, т.е. лягушку с разрушенным головным и сохраненным спинным мозгом, для этого отрежьте верхнюю челюсть за глазами. Подвесьте лягушку на штативе, зажав за нижнюю челюсть. Прежде чем приступить к опыту, необходимо переждать некоторое время (10-20 минут), так как сразу после операции рефлексы не получаются вследствие послеоперационного угнетения спинного мозга (шок).

2. Получите рефлекс сгибания задней конечности, для чего раздражайте тыльную поверхность стопы или голени фильтровальной бумажкой, смоченной 0,5% раствором серной кислоты. В результате раздражения конечность сгибается, притягивается к туловищу. После каждого раздражения кислоту нужно смыть, опуская лапку в стакан с водой.

3. Получите рефлекс разгибания задней конечности, раздражая подошвенную поверхность стопы или голени механическим потиранием.

4. Получите рефлекс потирания, раздражая брюшко лягушки между передними лапками фильтровальной бумажкой, смоченной кислотой. Лягушка смахивает бумажку обеими передними лапками.

При накладывании бумажки сбоку более энергично движется ближайшая лапка.

При накладывании бумажки около заднего прохода сбоку лягушка смахивает ее задней лапкой той же стороны и потирает это место.

В. Определение времени рефлекса по Тюрку.

Пустите в ход метроном, установив ползунок на 60 ударов в мин. Погрузите одну заднюю лапку в слабый раствор (0,5%) серной кислоты и начинайте считать удары метронома от момента погружения в кислоту до того момента, когда лягушка начинает вытаскивать лапку, определив таким образом время рефлекса в секундах. Повторите опыт несколько раз, давая перерыв каждый раз на 3-5 мин. После каждого раздражения необходимо обмывать лапку водой. На основании полученных данных определите среднее время рефлекса.

Необходимо установить зависимость между силой раздражения и временем рефлекса, употребляя в качестве раздражителя более крепкие растворы серной кислоты и заполните таблицу:

Концентрация серной кислоты в (%)	Время рефлекса при повторных определениях			Среднее время рефлекса
	1	2	3	

Г. Анализ рефлекторной дуги

1. Приготовьте спинномозговую лягушку, подвесьте ее на штативе (работу можно выполнять на первой лягушке) и вызовите рефлекс на правой задней конечности фильтровальной бумажкой, смоченной кислотой.

2. Проведите круговой разрез кожи вокруг голени той же лапки и снимите ее. Переждав немного, фильтровальную бумажку смоченную кислотой, положите на обнаженный участок мышцы.

3. Приложите к коже другой лапки фильтровальную бумажку, смоченную кислотой. Лапка, лишенная кожных рецепторов, также примет участие в общей двигательной реакции организма.

4. На левой лапке разрежьте кожу вдоль бедра на спинной стороне и отпрепарируйте седалищный нерв, который является смешанным, в составе которого проходят афферентные и эфферентные волокна. Подведите под нерв лигатуру. Получив обычным способом рефлекс, перережьте седалищный нерв, что исключает проведение

возбуждения по двигательным и чувствительным волокнам и снова проверьте наличие рефлекса. Сравнивая положение левой и правой конечности, надо отметить как исчезает рефлекторный тонус скелетных мышц левой конечности после перерезки седалищного нерва.

5. Получите рефлекторную реакцию на лягушке, раздражая правую конечность или другие рецепторные зоны туловища.

Убедившись в наличии рефлекса, разрушите спинной мозг и снова проверьте наличие рефлекторных реакций.

### Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте понятие рефлекса.
2. Какие рефлексы могут быть получены у спинальной лягушки?
3. Что называется временем рефлекса?
4. Из чего складывается время рефлекса?
5. Что называют рефлекторной дугой? Нарисуйте схему простейшей рефлекторной дуги.
6. Перечислите звенья рефлекторной дуги.
7. Какова роль каждого звена рефлекторной дуги?

### **Проверьте свои знания по теме «Физиология нервной системы»**

1. Назовите те участки нервных клеток, скопления которых являются основным компонентом так называемого белого вещества спинного мозга.

- 1) аксоны
- 2) ядра нервных клеток
- 3) тела нервных клеток
- 4) дендриты

2. Назовите отросток нервной клетки, по мембране которого возбуждение перемещается с периферии к телу нервной клетки.

- 1) только аксон
- 2) только дендрит
- 3) аксон и дендрит

3. Назовите ионы, быстрое движение которых через наружную плазматическую мембрану нервной

клетки проявляется в виде нервного импульса - кратковременного скачка электрического тока.

- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Na}^{+}$ | 3) $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{K}^{+}$ |
| 2) $\text{Na}^{+}$ и $\text{K}^{+}$   | 4) $\text{Na}^{+}$ и $\text{Cl}^{-}$ |

4. Каков в среднем диаметр спинного мозга взрослого человека?

- |           |         |
|-----------|---------|
| 1) 0,5 см | 3) 2 см |
| 2) 1 см   | 4) 3 см |

5. Непосредственно со спинным мозгом связаны структуры, представляющие собой многочисленные отростки двигательных нейронов, покрытые соединительнотканной оболочкой. Каким термином называется одна такая структура?

- 1) передний корешок
- 2) задний корешок

6. Назовите отросток нервной клетки, по мембране которого возбуждение перемещается от тела нервной клетки на периферию.

1) только аксон      3) аксон и дендрит

2) только дендрит

7. Где в спинном мозге преимущественно расположено так называемое белое вещество мозга?

1) в центральной части, имеющей вид крыльев бабочки

2) только по бокам центральной части

3) только спереди и сзади центральной части

4) по всей периферии

8. В каком направлении относительно тела нервной клетки движутся нервные импульсы по ее аксону?

1) только с периферии к телу клетки

2) только от тела на периферию клетки

3) в обоих направлениях

9. Преимущественно где в спинном мозге расположено так называемое серое вещество мозга?

1) в центральной части, имеющей вид крыльев бабочки

2) только по бокам центральной части

3) только спереди и сзади центральной части

4) по всей периферии

10. Типичная рефлекторная дуга содержит в своем составе три типа нейронов. Какой из этих нейронов расположен первым по ходу движения возбуждения по рефлекторной дуге?

1) двигательный      3)

вставочный

2) чувствительный

11. Назовите участки нервных клеток, скопления которых являются компонентами так называемого серого вещества спинного мозга.

1) аксоны

2) тела нервных клеток

3) дендриты и аксон нервных клеток

12. Каким термином называются скопления серого вещества головного мозга?

1) сплетения

4) тела

2) ганглии

5) сгущения

3) ядра

13. Назовите участок(ки) нервной клетки спинного мозга, который(е) покрыт(ы) оболочкой, содержащей миелин.

1) только аксон

2) только дендрит

3) только тело клетки

4) тело клетки и аксон

5) тело клетки и дендрит

14. Назовите направление, в котором возбуждение идет по большинству нервов передних корешков спинного мозга.

1) от спинного мозга      2) к спинному мозгу

15. Спинной мозг выполняет несколько функций. Найдите эти функции среди ответов и укажите ту функцию, которую спинной мозг НЕ выполняет.

1) рефлекторная

3) проводниковая

2) чувствительная

16. Сколько в спинном мозге различают отделов, соответствующих определенным отделам позво-

ночника?

- 1) один            3) три            5) пять  
2) два            4) четыре

17. К какому виду нервов относятся спинномозговые нервы?

- 1) двигательные  
2) чувствительные  
3) смешанные

18. Сколько глубоких продольных борозд имеется на поверхности спинного мозга?

- 1) одна                            2) две  
3) три                                4) четыре

19. Какое минимальное количество нервных клеток входит в состав дуги вегетативного рефлекса спинного мозга?

- 1) одна            3) три            5) пять  
2) две            4) четыре

20. Каким термином называется функция, которую осуществляет непосредственно белое вещество спинного мозга?

- 1) Рефлекторная                            3) чувствительная  
2) Проводниковая                        4) двигательная

# ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

## РАБОТА № 9

### 1. ПЕРИМЕТРИЯ

(определение поля зрения (работа проводится вдвоем)).

Приборы и материалы: периметр; циркуль; цветные карандаши.

Порядок работы:

1. Начертите в тетради схему, изображенную на рис.7.

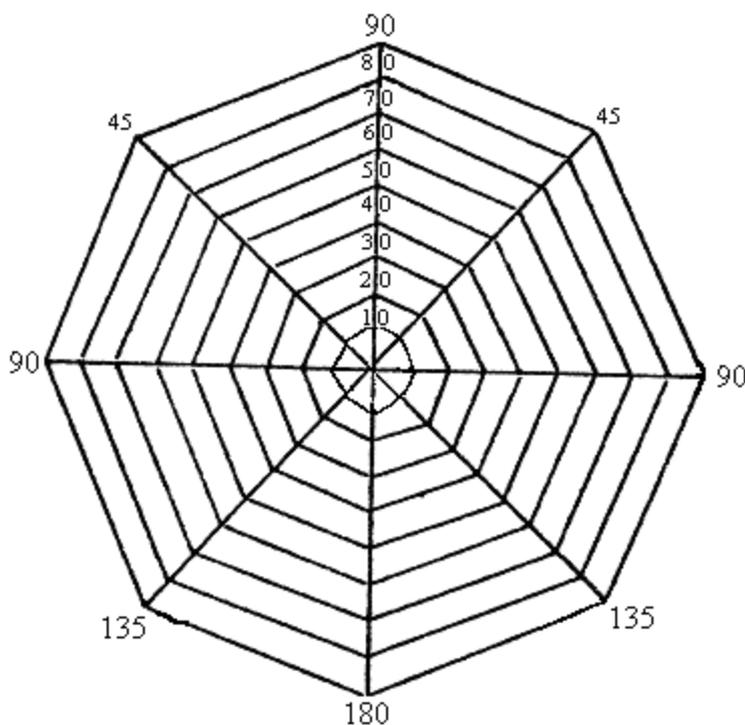


Рис. 3

2. Периметр ставьте против света. Предложите испытуемому положить подбородок на подставку периметра, один глаз закройте, а другой фиксируйте в точке фиксации в центре полукруга. Установив глаз, передвигайте по полукругу подвижную метку, начиная от периферии к точке фиксации, пока исследуемый верно определяет цвет метки. Испытуемый не должен менять положения головы и поворачивать глаза.

Опыт проводите сначала при вертикальном положении полукруга, а затем при повороте на 45, 90, 135, 180 градусов.

Исследуемые цвета: красный и белый.

На схеме на меридианах точками отметьте по ответам испытуе-

мого те расстояния, на которых он смог определить тот или иной цвет. Соедините между собой точки, найденные для каждого цвета, чтобы получить кривые, ограничивающие поле зрения для исследованных цветов,

## **2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ**

Приборы и материалы: таблица буквенных проб; указка.

Порядок работы.

Остроту зрения определите при помощи таблицы, состоящей из букв, которые испытуемый должен опознать. В этой таблице буквы, расположенные в строках, постепенно уменьшаются в размерах от верхней строки к нижней.

Таблицу повесьте на хорошо освещенной стенке. Испытуемого усадите на расстоянии 5 м от таблицы и, закрыв ему один глаз, заставьте другим читать буквы по строкам, начиная с самых крупных сверху вниз. Экспериментатор должен стоять у таблицы, не загромождая свет и показывая буквы указкой (не карандашом и не пальцем). Строчки, которые испытуемый прочесть не смог, отбрасываются, а та строчка, которую испытуемый прочитал хотя бы с некоторыми ошибками, служит показателем остроты зрения для данного глаза. Средние количественные показатели:

нормальная острота зрения	– 1.0 и выше;
пониженная острота зрения	– от 0,8 и ниже;
повышенная острота зрения	– 1,5-2,0

## **3. БИНОКУЛЯРНОЕ ЗРЕНИЕ**

Приборы и материалы: стереоскоп; набор рисунков для стереоскопа.

Порядок работы

Рассматривайте в стереоскопе два плоскостных рисунка, как они представляются правому и левому глазу раздельно. При зрении двумя глазами рисунок кажется рельефным.

## **4. ВКУСОВЫЕ ОЩУЩЕНИЯ**

Приборы и материалы: растворы: 50% - сахара; 1% - солянокислого хинина; 20% - поваренной соли и 1% - лимонной кислоты; спички; вата; четыре химических стаканчика; дистиллированная вода.

Порядок работы:

1. Проверьте вкусовые ощущения испытуемого. Для этого ему ватой, намотанной на спичку, наносите на язык поочередно различные приготовленные растворы. Испытуемый должен определить их вкусовые качества (сладкое, горькое, кислое, соленое). После каждой пробы рот ополаскивается дистиллированной водой. Между отдельными наблюдениями должны быть интервалы в 2 минуты.

2. Установите, что различные участки языка неодинаково чувствительны к разным вкусовым веществам. Для этого на кончик, корень, края и спинку высунутого языка испытуемого наносите те же самые растворы для определения их вкуса.

## **5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОРОГА ТАКТИЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**

Приборы и материалы: эстезиометр или штанген-циркуль; повязка для глаза.

Порядок работы:

Определение чувствительности кожи к давлению производится эстезиометром и сводится к нахождению того минимального расстояния (в миллиметрах) между его ножками, при котором испытуемый ощущает их раздельное прикосновение. Эстезиометр можно заменить чертежным циркулем, слегка затупив его концы.

Во время опыта необходимо, чтобы ножки эстезиометра прикасались к коже одновременно и без нажима; отдельные испытания нужно повторять два-три раза.

1. Определите точность локализации ощущения от расположения раздражаемой точки на теле. Завяжите глаза у испытуемого и положите его руку на стол. Дотрагивайтесь ножками эстезиометра к различным участкам кожной поверхности. Испытуемый должен с помощью остро отточенного карандаша указать место нанесения раздражения.

2. Эстезиометром или циркулем с максимально сведенными ножками (расстояние между ножками 1 мм) прикоснитесь к различным участкам кожи (пальцы рук, ладони, шеи, нос, спина) испытуемого, сидящего на стуле с закрытыми глазами. Затем постепенно раздвигайте ножки эстезиометра (прибавляя каждый раз по 1 мм) и продолжайте прикосновение к этим же участкам. При определенном расстоянии ножек циркуля испытуемый начинает воспринимать два прикосновения на коже. Заметьте, при каком расстоянии между ножками появляется это ощущение и занесите полученные данные в таблицу.

Участок кожи	Пространственный порог чувствительности (расстояние между ножками эстезиометра в мм)
Пальцы рук	
Ладони	
Шея	
Нос	
Спина	

## 6. ОПЫТ АРИСТОТЕЛЯ

Приборы и материалы: шарик размером с горошину.

Порядок работы

Положите на стол шарик, прикоснитесь к нему соседними участками кожи конечных фаланг указательного и среднего пальцев и покатайте по столу. Перекрестите оба пальца: прикоснитесь к шарик так, чтобы он оказался между перекрещенными пальцами и вновь покатайте его по столу. В первом случае будет ощущение одного шарика, во-втором – двух. Перекрещенными пальцами дотроньтесь до кончика носа. Будете ощущать два кончика носа.

## 7. ВЕСТИБУЛЯРНЫЙ АНАЛИЗАТОР

Приборы и материалы: кресло Барани; секундомер; набор инструментов; сосуд с водой; лягушка.

Порядок работы:

1. Предложите испытуемому удобно усесться в кресло, положив руки на подлокотники, опустив голову и закрыв глаза. Пять раз вращайте кресло за 10 секунд. Сразу после остановки его испытуемый должен пройти по прямой линии на точность ходьбы. Оценивайте двигательные реакции до и после вращения. Опыт позволит выявить устойчивость вестибулярного анализатора к вращательным нагрузкам.

2. При вращении человека вокруг своей оси придается угловое ускорение эндолимфе полукружных каналов. Раздражаются волосковые клетки в ампулах (расширения полукружных каналов). Рефлекторный ответ на такое воздействие со стороны глазной мускулатуры получил название нистагма. Он выражается в медленном движении глазных яблок в сторону смещения эндолимфы в каналах, а затем в обратную сторону.

Посадите в кресло второго испытуемого. Вращайте его со скоро-

стью 1 оборот за 2 сек. Произведите 10 вращений. После внезапной остановки кресла и открывания глаз наблюдайте поствращательный нистагм.

## 8. ЭФФЕКТЫ РАЗРУШЕНИЯ ЛАБИРИНТОВ У ЛЯГУШЕК

Возьмите завернутую в салфетку лягушку в левую руку так, чтобы ее спинка лежала на ладони. Пинцетом максимально оттяните нижнюю челюсть и прихватите ее салфеточкой, в которую завернута лягушка (Рис.4).

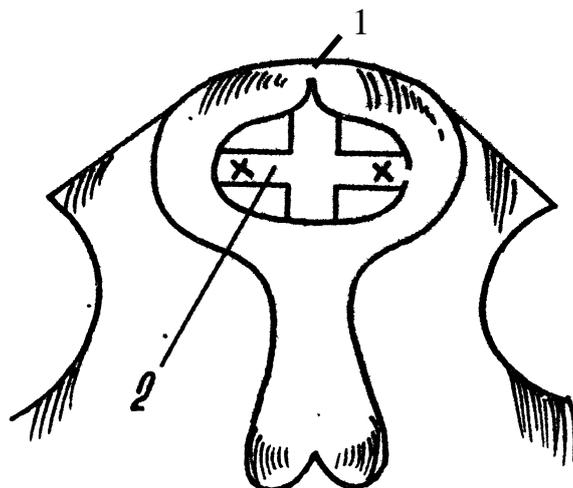


Рис.4

Скальпелем разрежьте слизистую оболочку вдоль основной кости (1). Если раздвинуть края раны, то видно, что от основной кости в поперечном направлении отходят две полуосновные кости (2). С полуосновной кости скальпелем соскабливайте надкостницу. При этом начинает просвечивать белый кружок величиной с просыное зерно (X), который и представляет собой полукружный канал. В эту область вколите препаровальную иглу и вращательными движениями разрушите лабиринт.

Через несколько минут, после того как лягушка оправится от операции, наблюдайте за её поведением: с оперированной стороны конечности оказываются несколько подтянутыми, а с противоположной – вытянутыми; голова лягушки и корпус повернуты в сторону разрушенного лабиринта. При прыжках лягушка движется по кругу (манежные движения). Опустите лягушку в большой сосуд с водой – еще более сказывается нарушение ориентации при плавании, плавательные движения осуществляются по кругу. При двустороннем разрушении полукружных каналов лягушка в первое время после операции остается неподвижной. При подталкивании она совершает беспо-

рядочные движения, легко падает, переворачивается на спину. Некоторое восстановление способности к передвижению обеспечивается с помощью зрения. При закрытых глазах (заклеить кусочками лейкопластыря) лягушка ведет себя как тотчас после операции.

Контрольные вопросы:

1. Что называется анализатором (по Павлову)?
2. Каковы основные свойства анализаторов?
3. Поле зрения и его анализ.
4. Почему поле зрения для цветных оттенков меньше чем для белого цвета?
5. Что такое острота зрения?
6. Каковы функции кожного анализатора?
7. Дайте понятие об эстезиометрии.
8. Какова физиологическая роль вестибулярного анализатора?
9. Каковы последствия разрушения вестибулярного аппарата у лягушки?
10. Ответьте на вопросы для самостоятельного решения из школьного учебника по теме "Орган зрения", "Функции органа зрения".
11. Какой опыт рекомендуется школьным учебником для исследования тактильной чувствительности?



12. Что произойдет с диаметром зрачков, если при дневном свете человек закроет глаза на 10 – 20 с?

- 1) не изменится
- 2) уменьшится
- 3) увеличится

13. Как интенсивное курение влияет на способность человека к различению вкуса?

- 1) не изменяет
- 2) уменьшает
- 3) увеличивает

## РАБОТА № 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Тесная связь сердечно-сосудистых реакций с выполняемой физической нагрузкой позволяет применять простейшую функциональную пробу, позволяющую судить об общей физической работоспособности человека по характеру изменения пульса. Такой простейшей функциональной пробой является "степ-тест", разработанный в Гарвардском университете.

Данная функциональная проба заключается в восхождении и спуске со ступеньки стандартной величины в определенном темпе и продолжительности. Степ-тест позволяет получать оценку работоспособности без дорогостоящей аппаратуры и прост в использовании.

Условия выполнения степ теста.

1. Девушки поднимаются на ступеньку высотой 45 см, юноши - 50 см (без обуви).

2. Нагрузка в темпе 30 восхождений за 1 минуту выполняется в течение 5 минут под метроном.

3. На один удар метронома подняться на ступеньку одной ногой, выпрямиться, приставить вторую ногу, На второй удар в обратной последовательности вернуться в исходное положение.

4. Начинать и заканчивать восхождение по сигналу экспериментатора.

Приборы и материалы: секундомер; метроном; ступенька переменной величины.

А) Определение работоспособности.

Для определения индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ) и оценки работоспособности использовать следующую формулу:

$$ИГСТ = \frac{t \times 100}{(f_1 + f_1 + f_3) \times 2}$$

где: И – индекс (оценка)

t – время восхождения в секундах;

f1 – количество сердечных сокращений за 30 секунд восстановительного периода через 1 минуту после окончания работы;

f2 – количество сердечных сокращений за 30 секунд восстановительного периода через 2 минуты после окончания

работы;  
f3 – количество сердечных сокращений за 30 секунд восстановительного периода через 3 минуты после окончания работы.

Качественная оценка работоспособности:

ИГСТ – 55 – плохая;

ИГСТ – 55-64,9 – ниже средней;

ИГСТ – 65-79,9 – средняя;

ИГСТ – 80-89,9 – хорошая;

ИГСТ – 90 и выше – отличная.

Примечание: в случае преждевременного прекращения выполнения теста в расчетах использовать фактическое время восхождения в секундах.

Порядок работы:

1. Определите пульс у испытуемого в покое (запишите).
2. Установите режим работы метронома 60 ударов в минуту и запустите его.
3. Объясните испытуемому условия выполнения физической нагрузки и спросите о его готовности.
4. Определите пульс испытуемого перед началом выполнения нагрузки (запишите).
5. Дайте команду "начинать" и включите секундомер.
6. Корректируйте правильность выполнения степ-теста.
7. По истечении 5 минут дайте команду "прекратить" и остановите метроном.
8. Сразу по окончании нагрузки определите пульс (запишите).
9. Подсчитайте количество сокращений сердца по пульсу в восстановительном периоде.
10. Определите частоту сердечных сокращений в минуту в конце 5 минуты восстановительного периода.

I. Определите ИГСТ (физическую работоспособность) у двух испытуемых; результаты сравните.

II. Определите количество выполненной работы по формуле:

$$A = P \times H \times n + P \times H \times \frac{1}{2}$$

где: А - работа в кгм;

Р - вес испытуемого в кг;

n - количество восхождений;

H - высота ступеньки в м.

III. Проследите динамику изменения ГСС под влиянием физической нагрузки (покой, предстартовое состояние, восстановительный период). Постройте график зависимости ЧСС от времени восстановления.

IV. На основании полученных данных сделайте сравнительный анализ результатов по двум испытуемым и выводы о влиянии физической нагрузки на ССС.

### ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ПО (ИГСТ)

школьников 7-10 лет (по В.А.Арсланову, 1976)

пол/возраст	плохая	ниже средней	средняя	хорошая	отличная
Д-7-10 лет	15,5	15,6-18,0	18,1-23,0	23,1-25,0	25,1
М-7-8 лет	16,5	16,6-19,5	19,6-25,5	25,6-28,0	28,1
М-9-10 лет	19,5	19,6-22,0	22,1-27,5	27,6-30,5	30,6

#### Контрольные вопросы:

1. Объясните механизмы учащения сердечных сокращений при выполнении физических нагрузок.

2. Каков механизм предстартового учащения пульса?

#### Проверьте свои знания по теме «Физическая работоспособность»

1. Что из нижеперечисленного ведет к наиболее быстрому снижению силы сокращения скелетной мышцы?

1) увеличение силы сокращения отдельного мышечного волокна в ответ на одиночное сокращение

2) увеличение количества сокращающихся мышечных волокон

3) кратковременное увеличение частоты сокращений

4) продолжительное увеличение частоты сокращений

2. В сокращении скелетной мышцы принимают участие ионы кальция. Назовите основной источник, откуда к сократительным белкам в большом количестве поступают ионы кальция.

1) полости гладкой эндоплазматической сети

2) митохондрии

3) межклеточная среда

4) ядра

3. Назовите химическое соединение, которое в больших количествах накапливается в скелетных мышцах в ходе их интенсивной и продолжительной работы.

1) глюкоза

4) гликоген

2) мочевины

5) АТФ

3) молочная кислота

4. В ходе интенсивной физической работы или тренировки происходит увеличение размеров скелетных мышц. Что при этом происходит с количеством мышечных волокон, входящих в состав скелетных мышц?

1) не изменяется 3) увеличивается

2) уменьшается

5. Сила сокращения скелетной мышцы зависит от нескольких факторов. Найдите эти факторы среди ответов и укажите тот фактор, от которого сила сокра-

щения скелетной мышцы НЕ зависит.

1) количество сократившихся в данный момент мышечных волокон

2) сила сокращения каждого отдельного мышечного волокна

3) частота, с которой возбуждение из нервной системы приходит к мышце

4) величина нервного импульса, приходящего к мышце

6. В ходе продолжительных тренировок происходят существенные изменения в строении и функционировании скелетных мышц, которые ведут к повышению работоспособности мышц. Найдите эти изменения среди ответов и укажите явление, которое в ходе тренировочных преобразований мышечной деятельности отсутствует.

1) включение в акт сокращения большого числа групп мышечных волокон происходит более синхронно, единомоментно

2) число мышечных волокон в мышце

увеличивается

3) число миофибрилл в каждом мышечном волокне увеличивается

4) число митохондрий в каждом мышечном волокне увеличивается

5) нервная система более точно управляет мышечными движениями, обеспечивая сокращение только тех мышц, деятельность которых необходима для выполнения нужных действий

7. Назовите химическое соединение, энергия которого непосредственно используется при укорочении миофибрилл скелетных мышечных волокон во время сокращения мышцы.

1) глюкоза

2) жир

3) АТФ

4) молочная кислота

5) гликоген

6) пировиноградная кислота

### Список основной литературы

1. Газенко О.Г. Словарь физиологических терминов. – М.: «Наука», 1987.– 449 с.
2. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология. – М.:«Высшая школа», 1985. – 384 с.
3. Ноздрачев А.Д. и др. Начала физиологии – СПб. 2002 – 1088 с.
4. Основы физиологии человека. В 2-х томах. Под ред. Б.И.Ткаченко. – СПб.: МФН, 1994. – 574 с.
5. Сапин М. Р., Брыксина З. Г. Анатомия и физиология детей и подростков. – М.: Изд.центр «Академия», 2002. – 456 с.
6. Ситдиков Ф.Г., Бондарь С.Б. Физическое воспитание студентов специальных медицинских групп. – Казань., 1986. – 80 с.
7. Физиология человека. Под ред. В.И.Тхоревского. – М., 2001. – 492 с.
8. Физиология человека. Под ред. В.М.Смирнова. – М., 2001. – 606с.
9. Физиология человека. Под ред. Г.И.Косицкого. – М.:«Медицина», 1985. – 544 с.
10. Физиология человека. Под ред. Н.А.Агаджаняна. – М.:«Мед.книга», 2003.
11. Физиология человека: В 3-х томах. Пер. с англ. Под ред. Р.Шмидта и Г.Тевса. - М.:«Мир», 1996. – 323 с.
12. Физиология. Основы и функциональные системы. Под ред. К.В.Судакова. – М.:«Медицина», 2000.
13. Фомин Н.А. Физиология человека. - М.:«Просвещение», 1995. – 416 с.
14. Хрипкова А.Г., Антропова М.В., Фарбер Д.А. Возрастная физиология и школьная гигиена. – М., 1990. – 319 с.

### Список дополнительной литературы

1. Абзалов Р.А., Ситдиков Ф.Г. Развивающееся сердце и двигательный режим. – Казань, КГПУ. - 1998. – 96 с.
2. Батуев А.С. и др. Малый практикум по физиологии человека и животных. – СПб. 2001. – 348 с.
3. Ванюшин Ю.С. Физиология физических упражнений и спорта. – Казань, 2004. – 134 с.
4. Ванюшин Ю.С., Ситдиков Ф.Г. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы при различных видах мышечной деятельности. – Казань, 2003. – 128 с.
5. Гуминский А.А., Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. – М., 1990.
6. Занимательная физиология. Учебное пособие. - Казань, КГПУ. - 1995. – 139 с.
7. Казаков В.Н., Леках В.А., Тарапата Н.И. Физиология в задачах: Учебное пособие для студентов вузов. – Ростов-н/Д, 1996. – 410 с.
8. Леках В.А. Ключ к пониманию физиологии. – М., 2002. – 360 с.
9. Нормальная физиология. Под ред. А.В.Коробова. – М.:«Высшая школа», 1980.
10. Нормальная физиология: Учебное пособие. Под ред. В.А.Полянцева. - М.:«Медицина», 1989. - 240 с.

11. Основы здоровья. Под ред. Ф.Г.Ситдикова – Казань: Изд-во КГПУ, 1990. – 180 с.
12. Ситдиков Ф.Г. и др. Возрастная анатомия, физиология и гигиена человека. Учебное пособие. – Казань, КГПУ, 2005. – 217 с.
13. Ситдиков Ф.Г., Зефилов Т.Л. Лекции по возрастной физиологии сердца. Учебное пособие. – Казань: Изд-во ТГГПУ, 2006. – 102 с.
14. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта. – М., 2002. – 608с.
15. Чинкин А.С. Двигательная активность и сердце. – Казань. - 1995. – 192 с.