

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. И. Кузнецов

ПРАКТИКУМ  
по курсу "Физиология человека"  
Часть 2  
(Общая физиология)

Гомель 1984

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИЛ

КОРИНЫ

Рецензенты: Л.А.Матвченко, кандидат медицинских наук, доцент Гомельского политехнического института;  
Е.Т.Титов, кандидат биологических наук, старший преподаватель Гомельского кооперативного института

Практикум содержит описание лабораторных работ по разделам: физиология нервно-мышечного аппарата, физиология центральной нервной системы, физиология высшей нервной деятельности, физиология сенсорных систем (анализаторов), которые выполняются при изучении курса физиологии человека с учетом специфики учебной формы обучения.

Практикум составлен в соответствии с программой по физиологии человека и рекомендуется студентам факультетов физического воспитания, обучающихся заочно.

К 50300 - 097  
М 339 - 84 . 12 - 84 4106000000

© Гомельский государственный университет (ГГУ), 1984

#### РАЗДЕЛ I. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА

В целостном организме сокращение скелетных мышц регулируется центральной нервной системой и возникает в ответ на нервные импульсы, идущие от нервных клеток — мотонейронов.

Нервно-мышечный аппарат человека представляет собой совокупность мышц и иннервирующих их мотонейронов. Мотонейрон связан с мышцами посредством длинных отростков (аксонов), которые отходят от тел мотонейронов. Длинная мышца, каждый аксон разветвляется на концы веточки. Каждая веточка оканчивается на одном мышечном волокне, образуя нервно-мышечный синопсис. Мотонейрон, его аксон и мышечные волокна, иннервируемые этим аксоном, составляют двигательную единицу.

Следовательно, нервно-мышечный аппарат состоит из двигательных единиц. Под влиянием нервных импульсов в мышечных волокнах возникает возбуждение. Возбуждение представляет собой сложный процесс, который выражается в развитии физико-химических, электрических, энергетических, температурных, морфологических и других изменений в живой ткани. Из многих явлений, связанных с процессом возбуждения, биоэлектрические потенциалы наиболее полно отражают его временные, количественные и качественные характеристики.

Возбуждение является управляющим механизмом на изменение обмена веществ, в результате которого освобождается энергия при распаде АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), которая используется для развития укорочения или напряжения мышцы. Чаще всего мышца развивает обе эти формы мышечного сокращения, производя внешнюю механическую работу. Так выполняется динамическая мышечная деятельность. При статических усилиях (удержание груза, упоры, висы и др.) мышца развивает преимущественно напряжение, длина их при этом существенно не изменяется. Детальное изучение функций мышц и нервов требует постановки опытов на животных. Чаще всего эти исследования проводятся на нервно-мышечном препарате икроножной мышцы лягушки. Для раздражения нервов и мышц пользуются электрическим раздражителем, который легко дозируется по силе, длительности, форме стимула и не вызывает повреждения тканей.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ

Важнейшими показателями функционального состояния нервно-мышечного аппарата являются его возбудимость и лабильность или функциональная подвижность (скорость протекания возбуждения).

Возбудимость живой ткани характеризуется величиной пороговой силы раздражения. Чем ниже (меньше) величина порогового раздражителя, тем выше возбудимость ткани и наоборот.

О лабильности ткани можно судить по разным показателям. Мерой лабильности Н.Е. Введенскому является максимально доступное количество циклов возбуждения, воспроизводимых в единицу времени (с). Косвенным показателем лабильности является хронаксия – минимальное время, в течение которого ток, равный по силе удвоенной реобазе (удвоенный порог силы) должен действовать на ткань, чтобы вызвать ее возбуждение.

Чем меньше хронаксия, тем выше лабильность ткани. Чем больше хронаксия, тем медленнее в ней развиваются процессы, связанные с возбуждением, т.е. лабильность ткани ниже.

В процессе разминки, после вработывания хронаксия мышц и нервов становится меньше, а на фоне утомления удлиняется.

#### Работа I. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ХРОНАКСИИ МЫШЦ У ЧЕЛОВЕКА (ХРОНАКСИМЕТРИЯ) В ПОКОЕ И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Возбуждение в ткани возникает при определенных условиях и зависит как от силы раздражения, так и от времени его действия. При действии допорогового раздражения потенциал действия и сокращение мышцы не возникают.

Пороговые и сверхпороговые раздражения вызывают возбуждение в ткани, но скорость его возникновения зависит от времени действия раздражения. Между силой раздражения и временем его действия, необходимым для возникновения возбуждения, существуют обратные отношения. Чем сильнее раздражение, тем меньше времени он должен действовать на ткань, чтобы вызвать возбуждение.

При действии очень сильных раздражителей, длящихся чрезвычайно короткое время, возбуждение в ткани не возникает.

Для сравнительной оценки возбудимости тканей сопоставляются не только пороги силы раздражения (реобазы), но и время действия раздражителя, необходимое для возникновения возбуждения (хронаксия).

Реобазой была названа минимальная (пороговая) для возникновения

возбуждения сила тока или его минимальное напряжение.

Хронаксия – это минимальное время, в течение которого ток, равный удвоенной реобазе, должен действовать на ткань, чтобы вызвать возбуждение.

Цель работы: Ознакомиться с одним из методов исследования возбудимости нервно-мышечного аппарата при различных функциональных состояниях.

Для работы необходимы: импульсный стимулятор электронного типа или хронаксиметр, электроды, источник тока, физраствор, вата, марля.

Методик: выполнения работ. Хронаксиметр как импульсный стимулятор состоит из двух частей, которые служат соответственно для определения реобазы и хронаксии.

Вначале подготавливают прибор, проверяя его работу и заземление, затем готовят электроды, обмывая их сверху марлей. Большой электрод смачивают физраствором и закрепляют бинтом на груди, спине, предплечье или плече испытуемого, затем присоединяют к аноду прибора. Маленький электрод, который получил название активного или дифференциального, смачивают физиологическим раствором и присоединяют к катоду. Включают прибор в сеть.

В процессе исследования активный электрод служит для нанесения изолированных раздражений на поверхность тела в так называемых двигательных точках, соответствующих местам вхождения в мышцу веточек иннервирующего ее двигательного нерва. Двигательные точки изображены на схемах, которые обычно входят в комплект учебных таблиц и имеются на кафедрах физиологии.

Для определения реобазы прибор устанавливает на режим подачи прямоугольных импульсов постоянного тока неограниченной длительности.

Присоединив активный электрод в области двигательной точки, подают импульсы малого напряжения (2-3 В), которые являются подпороговыми и не вызывают сокращения мышцы. Постепенно увеличивают напряжение тока, ориентируясь по шкале вольтметра, и находят ту минимальную величину напряжения, которая достаточна, чтобы вызвать минимальное сокращение мышцы. Эта величина, выраженная в вольтах, представляет собой реобазу исследуемой мышцы.

Для определения хронаксии импульсный стимулятор переключают на его вторую часть. При этом напряжение тока автоматически удва-

известся. Теперь мышцу раздражают током, напряжение которого остается постоянным (равным удвоенной реобазе) и изменяют лишь длительность его действия в миллисекундах, перемещая шкалу прибора. Начав с малых величин, увеличивают постепенно по шкале длительность импульсов и находят то минимальное время, которое достаточно, чтобы при напряжении, равном удвоенной реобазе, вызвать минимальное сокращение мышцы. Эта величина, выраженная в мс, и представляет собой хронаксию исследуемой мышцы.

Например: реобаза двуглавой мышцы равна 20 В., величина хронаксии 0,08 мс.

Такое же определение реобазы и хронаксии производят и после физических нагрузок динамического и статического характера. Показатели хронаксии для разных мышц варьируют в широких пределах (0,08-7,8 мс), однако для отдельных мышц величины хронаксии более узкие. Хронаксия двуглавой мышцы плеча 0,08-0,16 мс, икроножной мышцы - 0,39-0,78 мс.

Результаты работы. Определяют реобазу и хронаксию мышц в покое, что указывает на увеличение их функциональной подвижности. Малая нагрузка типа разминки ведет к уменьшению реобазы и хронаксии. При утомлении реобаза и хронаксия увеличиваются. Иногда наблюдаются неодинаковые изменения из двух показателей функционального состояния мышц.

#### Работа 2. РЕГИСТРАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЦ (ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ)

Цель работы: Ознакомиться с методикой электромиографического исследования для характеристики деятельности мышц человека.

Для работы необходимы: аппаратура для записи биопотенциалов мышц (электромиограф), которая состоит из усилителей и регистрирующей части (фоторегистрация, чернильная запись, наблюдение на экране осциллоскопа). Прибор для записи электромиограммы (ЭМГ) позволяет регистрировать одновременно две, четыре и больше кривых. Изучение электромиографии (ЭМГ) в процессе двигательной деятельности может проводиться в лабораторных условиях с помощью стационарной установки при перемещении человека во время бега, ходьбы и т.д.; с помощью портативных приборов, установленных на сопровождающем транспорте (мотоцикле, автомобиле), а также в условиях спортивной деятельности с помощью радиотелеметрической

аппаратуры.

Для данной работы можно воспользоваться чернильнопишущим электрокардиографом, хотя он и не позволяет зарегистрировать весь диапазон частот, характеризующих биотоки мышц.

Методика выполнения работы. Два отводящих электрода-пластинки или чашечки диаметром 5-10 мм приклеивают лейкопластырем на кожу над двуглавой мышцей плеча вдоль хода ее волокон на расстоянии 2 см друг от друга. В области наложения электродов кожу предварительно обезжиривают смесью эфира со спиртом (1:1). Для улучшения контакта между электродами и кожей и снижения сопротивления применяют электропроводную пасту. Поблизости от отводящих электродов на теле испытуемого помещают заземляющий электрод большой площади.

После закрепления электродов испытуемый производит ритмичное сгибание и разгибание руки в локтевом суставе в темпе 1 раз в 1 с в течение 1-2 мин. Во время динамической работы производят запись ЭМГ на чернильнопишущем электрокардиографе с предварительно откалиброванным усилением. Затем испытуемому предлагают удерживать в согнутой руке (угол в локтевом суставе около 60°) груз 10 кг в течение 30 с или выполнить какое-либо упражнение статического характера (вис, угол в упоре). Во время статической работы производят регистрацию ЭМГ.

Результаты работы. Сравнивают особенности ЭМГ при нагрузке различного характера. В случае динамической работы наличие всплесков электрической активности при развитии напряжения мышцы отмечается перед самым началом и в начальной фазе сгибания руки и отсутствии их при расслаблении мышц (при разгибании). Во время статической работы наблюдается непрерывное проявление электрической активности напряженной мышцы. Отрезки ЭМГ, характерные для динамической и статической работы, вклеивают в тетради.

#### Работа 3. АНАЛИЗ ОДИНОЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦЫ

В обычных условиях жизнедеятельности организма все скелетные мышцы сокращаются тетанически либо тонически. Однако в основе тетануса лежит способность мышц отвечать на одиночное раздражение одиночным сокращением. Одиночное сокращение мышц можно воспроизвести в эксперименте. Поскольку одиночное сокращение протекает очень быстро, необходимо развернуть кривую одиночного

окрашения с помощью быстровращающегося кимографа или фаль-аппарата на закопченной бумаге или пластинке.

Цель работы: Выяснить характер сократительной реакции мышцы на одиночный импульс.

Для работы необходимы: два источника постоянного тока, индукционная катушка или электронный стимулятор, два ключа, провода, вертикальный миограф, универсальный штатив, фаль-аппарат, электромагнитный отметчик времени с частотой колебаний 50-100Гц, набор препаровальных инструментов, раствор Рингера, пипетка, лягушка.

Методика выполнения работы. Собирают цепь для раздражения препарата икроножной мышцы лягушки одиночными индукционными токами, присоединяя провода от источников тока к первичной обмотке индукционной катушки, а электроды вертикального миографа — к клеммам вторичной обмотки катушки. Для регистрации момента раздражения мышцы током в цепь параллельно с первичной обмоткой индукционной катушки через ключ присоединяют первый контакт фаль-аппарата. Для регистрации отметки времени электромагнитный отметчик соединяют через ключ с отдельным источником постоянного тока.

Подготавливают препарат лапки лягушки. Разрушают ее центральную нервную систему, затем пересекают позвоночник на 1 см выше тазовых бугров, отсекают верхнюю часть туловища вместе с внутренностями. Удаляют кожу задних лапок. Разъединяют лапки, делая разрез по средней линии. При необходимости седалищный нерв вместе с остатками позвоночника препарируют до коленного сустава.

Найдя икроножную мышцу, отсекают ахиллово сухожилие. Мышцу отделяют от подлежащих тканей, а остальную часть голени пересекают ниже коленного сустава. Отсекают также бедро выше коленного сустава.

Получают нервно-мышечный препарат, состоящий из икроножной мышцы, седалищного нерва и коленного сустава. При прямом раздражении мышцы (седалищный нерв отсекают) препарат укрепляют в вертикальном миографе, прокалывая верхним крючком миографа оушку коленного сустава. Ахиллово сухожилие мышцы прикрепляют к крючку рычажка миографа. Записывают момент нанесения раздражения на мышцу при размыкании контакта фаль-аппарата (для этого рамку фаль-аппарата ведут медленно рукой до момента размыкания,

чтобы писчик прочертил вертикальную линию). Затем возвращают рамку в исходное положение, ставят перо миографа на исходную линию, замыкают ключ и, спустив крючок, записывают кривую одиночного мышечного сокращения на быстродвижущейся пластинке прибора, которая, размыкая контакт первичной цепи индукционной катушки, обуславливает появление во вторичной цепи индукционной катушки тока, раздражающего мышцу. Записывают отметку времени. Анализируют полученные кривые момента нанесения раздражения, одиночного сокращения мышцы и отметки времени. Сокращение мышцы наступает не сразу после нанесения раздражения, а через некоторый период (латентный период), который длится 0,01-0,0025 с. Затем следует фаза укорочения мышцы (0,05 с), сменяющаяся фазой расслабления (0,06 с).

Таким образом, для икроножной мышцы лягушки одиночное сокращение длится 0,11-0,12 с.

При утомлении длительность сокращения мышцы возрастает главным образом за счет удлинения фазы расслабления.

Результаты работы. Обозначают полученные кривые. Сопоставляют полученные данные с литературными. Отмечают, что во время латентного периода происходит электрические и химические процессы, подготовившие сокращение.

#### Работа 4. АНАЛИЗ ТЕТАНУСА МЫШЦЫ

В обычных условиях сокращения мышц в организме развиваются под влиянием ритмических импульсов, поступающих к ним из центральной нервной системы. Мотонейроны посылают к мышцам импульсы, следующие с высокой частотой, значительно превышающей длительность одиночного мышечного сокращения. В результате в мышцах развивается суммация (суперпозиция) одиночных мышечных сокращений, которая внешне проявляется сильным и длительным сокращением всей мышцы, называемом тетанусом.

В эксперименте можно получить различные виды тетанического сокращения мышцы и выяснить механизмы его формирования.

Цель работы: Исследовать условия развития зубчатого (неполного) и гладкого (полного или сплошного) тетануса и зависимость его формы и величины от частоты раздражений.

Для работы необходимы: электронный стимулятор, вертикальный

миограф, кимограф, набор препаровальных инструментов, набор гирек от 1 до 50 г., раствор Рингера, лягушка.

Методика выполнения работы. Готовят нервно-мышечный препарат икроножной мышцы лягушки. Укрепляют его в вертикальном миографе, подвешивая к писчику дополнительный груз (15-20 г). Нерв помещают на электроды, идущие от выхода стимулятора. Устанавливают длительность одиночного импульса в пределах 0,5 - 1 мс. Переводят стимулятор в режим непрерывной генерации импульсов с запуском от кнопки. Ручкой грубой регулировки частоты следования импульсов устанавливают диапазон от 1 до 20 Гц. Ручку плавной регулировки частоты отводят в крайнее левое положение, находят величину амплитуды максимального раздражения. Затем приступают к записи сокращений на барабане кимографа. Вначале дают 2-3 одиночных стимула и регистрируют одиночные циклы сокращений (рис 1). При увеличении частоты раздражений до 10-12 Гц мышца не успевает полностью расслабиться после сокращения на предыдущий стимул и отвечает на него новыми сокращениями - возникает зубчатый тетанус.



Рис. 1. Сокращение икроножной мышцы лягушки при разной частоте раздражений: верхняя кривая: 1 - одиночные сокращения, 2 - зубчатый тетанус, 3 - гладкий тетанус; нижняя кривая - отметка нанесения раздражения.

С увеличением частоты раздражений до 20-40 Гц зубчатый тетанус переходит в гладкий, так как каждый стимул действует на мышцу в фазу ее укорочения, возникающую в ответ на действие предшествующего стимула.

Получив сплошной или гладкий тетанус, продолжают наблюдение, постепенно увеличивая частоту раздражений. При частоте 40-50 Гц высота тетануса увеличивается. Частота раздражений, при которой тетанус наиболее высокий, получила название "оптимума частоты".

Резкое увеличение частоты раздражений до 100-200 Гц ведет к снижению тетануса, иногда вплоть до полного расслабления мышцы - пессимум частоты (частота раздражения превышает лабильность нервно-мышечного препарата). Пессимум не является выражением утомления мышцы, а отражает развитие блока проведения возбуждения в синапсе или пресинаптических терминалях. Н.Е.Введенский показал, что существует не только оптимум и пессимум частоты раздражения, но и оптимум и пессимум силы раздражения.

Результаты работы. Рассмотрев форму и величину сокращений мышцы при одиночных сокращениях, зубчатом и гладком тетанусе, делают вывод о механизме формирования тетануса и его высоте в зависимости от частоты раздражений. Отмечают условия перехода мышцы от состояния оптимума к состоянию пессимума и связь этих явлений с лабильностью нервно-мышечного аппарата.

#### Работа 5. ДИНАМОМЕТРИЯ. ИССЛЕДОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО МЫШЕЧНОГО УСИЛИЯ И СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ МЫШЦ КИСТИ

Цель работы.: Определить силу, уровень работоспособности и показатель снижения работоспособности мышц кисти.

Для работы необходимы: кистевой динамометр, секундомер, испытуемые.

Методика выполнения работы. Испытуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу. Вторая свободная рука опущена и расслаблена. По сигналу экспериментатора испытуемый дважды выполняет максимальное усилие на динамометре. Силу мышцы оценивают по лучшему результату. Испытуемый выполняет 10-кратные усилия с частотой 1 раз в 5 с. Результаты записывают и определяют уровень работоспособности мышц по формуле

$$P = (A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n) / n,$$

где  $P$  - уровень работоспособности;  $A_1, A_2, A_3$  и т.д. - показатели динамометра при отдельных мышечных усилиях;  $n$  - количество попыток.

Эти результаты используют для определения показателя снижения работоспособности мышц по формуле

$$C = \left[ (A_1 - A_{\text{минимальная}}) / A_{\text{максимальная}} \right] \cdot 100,$$

где  $C$  - показатель снижения работоспособности мышц;

$A_1$  - величина немалого мышечного усилия;  
 $A$  минимальная - минимальная величина усилия;  
 $A$  максимальная - максимальная величина усилия.

Результаты работы. Вычислите и запишите в протокол силу, уровень работоспособности и показатель снижения работоспособности мышц по результатам 10-кратных усилий. Начертите график, который выявит характер снижения работоспособности мышц: на оси ординат отложите показатели динамометра при каждом усилии, на оси абсцисс - порядковые номера усилий.

#### Работа 6. ИЗМЕРЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УСИЛИЙ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА (ДИНАМОМЕТРИЯ И ДИНАМОГРАФИЯ)

Цель работы: Ознакомиться с методом измерения усилий мышц человека и оценить роль темпа развития мышечных усилий в изменении их величины.

Для работы необходимы: динамометры для измерения величины усилий сгибателей пальцев кисти и станковые динамометры (желательно иметь динамографы, особенно для измерения усилий мышц ног). Для записи усилий к динамометрической пружине присоединяют приставку с кимографом, на барабане которого записывается динамограмма, градуирования в килограммах.

Методика выполнения работы. Испытуемый сжимает кистевой динамометр с интервалами от 60 до 5 с, каждый раз записывая результат. После 10-кратного повторения динамометрических измерений при неизменном темпе дается отдых в течение 3 - 5 мин. и задание повторяется уже в другом темпе. Подсчитывают суммарную величину усилий при каждом темпе и чертят график по величинам 10-ти усилий.

Производят аналогичные измерения на станковом динамометре.

Испытуемый садится на сиденье динамографа для ног и под метром в медленном темпе развивает усилие двумя ногами (например, 30 усилий в мин. в течение 3 мин., затем повторяет задание в темпе 60 усилий в мин., и потом еще в более быстром темпе.

Все динамограммы обрабатывают: записывают показатель каждого усилия на бумажной ленте кимографа, подсчитывают суммарную величину по минутам и общую сумму усилий, вычерчивают графики изменения усилий в зависимости от темпа.

Результаты работы. Описывают принцип оценки величины усилий при сокращении мышц человека, а также устройство динамометра

и динамографа. Характеризуют зависимость величины развиваемых усилий от темпа повторных движений. Оценивают роль усилий в целостных двигательных актах.

#### Работа 7. ИЗМЕРЕНИЕ И ЗАПИСЬ РАБОТЫ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА (ЭРГОМЕТРИЯ И ЭРГОГРАФИЯ)

Цель работы: Ознакомиться с методами измерения и регистрации работы мышц человека (эргометрией и эргографией) и установить зависимость величины работы мышц от темпа сокращений и величины нагрузки.

Для работы необходимы: эргограф Моссо, набор гирь 0,5; 1; 2,5 кг), электрометром, велоэргометр, ступеньки высотой 22,5-50 см.

Принцип работы эргографа основан на поднятии определенного груза на ту или иную высоту сгибанием пальцев руки. Эргограф снабжен штативом, на котором фиксируется рука. Испытуемый захватывает пальцем петли троса с грузом, перекинутым через блок, и при подтягивании переносит ползунок с плечиком, который чертит линии (эргограмму) на ленте кимографа. Запись работы мышц называется эргографией.

Измерение работы мышц (эргометрия) проводится с помощью велоэргометра и восхождения человека на ступеньки. Работе на велоэргометре возмущается по часам вращения педалей по величине сопротивления, вводимого в заднее колесо. Оценка работы производится по счетчику. Работу мышц человека можно измерить также и при нагрузке, которая заключается в повторном восхождении на ступеньки.

Методика выполнения работы. При измерении величины работы на эргографе Моссо определяют зависимость выполняемой работы от величины нагрузки. Для этого подбирают груз (от 1,5 до 3 кг) и предлагают испытуемому поднимать его в ритме метронома при частоте сигналов 60 в мин. Включают децентропротяжный механизм и регистрируют подъем груза на высоту. Через некоторое время у испытуемого развивается утомление, груз будет подниматься на все меньшую высоту и, наконец, работа прекратится. Вычисляют величину работы ( $A$ ) в килограмм-сантиметрах или грамм-сантиметрах по формуле

$$A = P \times H,$$

где  $P$  - вес груза;  $H$  - суммарная высота его подъема (определяется по эргограмме).

После 1-го мин отдыха увеличивает вес груза в 2 раза и повторяет опыт, не меняя ритма. Вычисляют и сопоставляют величину рабо-

ты в обоих опытах.

Для определения зависимости работы от темпа ее выполнения проводят также два опыта. Вес груза в обоих опытах не меняется. Меняется только темп выполнения работы. Первое упражнение проводится в темпе 60 подъемов в мин., второе при темпе 120 в мин.

Измеряют величину работы на велоэргометре при различном сопротивлении. Испытуемый выполняет работу в заданном темпе (например, 100 оборотов в мин. в течение 3 мин) при малом сопротивлении заднего колеса. После 3-минутного отдыха вновь повторяют работу в том же темпе, но с введением большего сопротивления, подсчитывают работу за 1 мин и за 3 мин. Сравнивают данные, полученные при различном сопротивлении.

Определяют величину работы на велоэргометре при различном темпе работы. Она проводится аналогично предыдущей, но отягощение во всех опытах остается одинаковым, меняется лишь темп вращения педалей. Оценивают значение темпа работы.

Измеряют величину работы при подъеме на ступеньку в медленном темпе в течение 3 мин, затем после 3-минутного перерыва повторяют эту работу в предельно частом темпе, потом в среднем. Определяют работу в килограммометрах на каждой из 3-х мин.

Работа, выполняемая в минуту, равна произведению веса тела в килограммах на высоту подъема в метрах и на число восхождений в минуту. Следует учитывать, что работа, затрачиваемая на опускание тела, принимается за 0,5 от работы на подъем.

Результаты работы. Описывают различные способы измерения величины работы. Сравнивают величины работы, полученные при изменении нагрузки и темпа работы. Делают заключение о зависимости внешней механической работы, выполняемой человеком, от величины нагрузки и темпа движений. Отмечают, что с увеличением нагрузки и темпа движений длительность работы уменьшается. Наибольший объем работы выполняется мышцами при средних нагрузках и среднем темпе работы (правило средних нагрузок).

#### РАЗДЕЛ П. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Центральная нервная система (ЦНС) состоит из головного и спинного мозга. Основной структурной единицей центральной нервной системы является нейрон. Нейроны разделяются на 3 основных типа: афферентные (чувствительные или центробежные),

промежуточные (вставочные) и эфферентные (двигательные или центробежные).

Функциональной единицей деятельности центральной нервной системы является рефлекс. Рефлекс - это ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая с участием центральной нервной системы. Морфофункциональной основой рефлексов является рефлекторная дуга, которая может быть 2-нейронной и многонейронной. И.И.Павлов разделял все рефлексы на 2 группы - безусловные и условные рефлексы. Условные рефлексы приобретаются в процессе жизни и обеспечивают более совершенную регуляцию всех функций организма (соматических, вегетативных, поведенческих реакций). Условные рефлексы замыкаются в коре больших полушарий головного мозга.

Безусловные рефлексы замыкаются в низших отделах центральной нервной системы, но имеют представительство в коре больших полушарий и контролируются корой. Безусловные рефлексы являются врожденными, имеют постоянную рефлекторную дугу и определенное рецептивное поле, при раздражении которого они возникают.

Наиболее сложные функции, регулируемые центральной нервной системой, являются результатом ее интегративной деятельности.

Основными функциями центральной нервной системы являются:

1) регуляция деятельности всех тканей, органов и систем и объединение их в единое целое;

2) обеспечение приспособления организма к условиям внешней среды в соответствии с его потребностями.

Ведущим отделом центральной нервной системы является кора больших полушарий, которая управляет также наиболее сложными функциями в жизнедеятельности человека.

#### Работа 8. АНАЛИЗ РЕФЛЕКТОРНОЙ ДУГИ

Все отделы центральной нервной системы, включая и ее высший отдел - кору больших полушарий головного мозга, работают в принципе рефлекса, т.е. любая нервная деятельность является отраженной и возбуждается внешним поводом, внешним толчком. В рецепторах, воспринимающих раздражение, возникает нервный импульс, который по афферентным нервам проводится к центрам, где он переходит на эфферентные пути, по которым достигает рабочего органа или эффектора (мышцы, железы).

В общем виде схему рефлекторной дуги можно представить

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ



соотсящей из 5-ти звеньев:

- 1) рецептора;
- 2) афферентного звена (афферентный нейрон);
- 3) центрального звена (вставочные нейроны);
- 4) эфферентного звена (эфферентный нейрон);
- 5) рабочего органа (мышца, железа)

Для осуществления рефлекса необходима анатомическая и функциональная целостность всех звеньев рефлекторной дуги.

Цель работы. Путем выключения отдельных звеньев рефлекторной дуги убедиться в необходимости их целостности для осуществления рефлекса.

Для работы необходимы: штатив, нитки, набор препаровальных инструментов, вата, марля, лягушка, 1-процентный раствор новокаина, 0,5-процентного раствора серной кислоты, фильтровальная бумага, вода.

Методика выполнения работы. Готовят спинно-мозговую препарат лягушки. Для этого всадит бритву ножниц в рот лягушке и отсекает голову так, чтобы был удален и продолговатый мозг. Лягушку подвешивают за нижнюю челюсть на крючок штатива. Через несколько минут (после исчезновения спинального шока) приступают к опыту.

1. Опускают лапку в сосуд с 0,5-процентным раствором серной кислоты и наблюдают сгибательный рефлекс (отдергивание лапки). Снимают с кожи лягушки серную кислоту, погружая лапку в воду.

2. Для анализа рефлекторной дуги последовательно выключают отдельные звенья. Вначале выключают кожные рецепторы. Для этого делают круговой разрез кожи задней лапки ниже коленного сустава и снимают ее как чулок. Если на кончиках пальцев осталась кожа, то их необходимо срезать. Затем погружают лапку в кислоту и убеждаются, что рефлекс исчез.

3. Выключают афферентные волокна седалищного нерва. Для этого на другой лапке разрезают кожу задней поверхности бедра, раздвигают мышцы, отпрепаровывают нерв, подводят под него нитку и приподняв его при помощи нитки, подкладывают под него ватный фитилек, смоченный 1-процентным раствором новокаина. В седалищном нерве есть чувствительные и двигательные волокна. Под влиянием новокаина проведение импульсов прекращается сначала по чувствительным волокнам, а затем по двигательным. Через 1-2 мин опускают лапку в кислоту и убеждаются, что рефлекс исчез.

4. Выключают нервные центры путем разрушения спинного мозга

зондом. Убеждаются, что после разрушения спинного мозга наблюдается исчезновение всех рефлексов.

Результаты работы. Зарисовывают схему рефлекторной дуги и обозначают ее звенья. Отмечают, что рефлекторные реакции носят координированный характер. При выключении любого звена рефлекторной дуги, осуществление рефлекса становится невозможным.

#### Работа 9. СУХОЖИЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ ЧЕЛОВЕКА (КОЛЕННЫЙ, АХИЛЛОВ, ПОДОШВЕННЫЙ и др)

Рецепторы мышц, сухожилий и суставов, так называемые проприорецепторы, возбуждаются при сокращении и растяжении мышц. Механическое их раздражение происходит во время всякого движения конечности. При искусственном механическом раздражении рецепторов сухожилия (путем легкого удара) происходит сокращение той мышцы, которой принадлежит раздражаемое сухожилие.

Исследования проприорецептивных (сухожильных) рефлексов в клинике производится для определения возбудимости и степени поражения центральной нервной системы, состояния двигательного аппарата.

Цель работы: Наблюдать некоторые сухожильные рефлексы человека.

1. Коленный рефлекс. Для работы необходимы: неврологический молоточек, стул, испытуемый.

Методика выполнения работы. Испытуемого усаживают на стул положив ногу за ногу. Неврологическим молоточком наносят короткие и четкие удары (с паузами в 10-15 с) по сухожилию 4-глазой мышцы ниже коленной чашечки. При этом наблюдается быстрое разгибание голени. Рефлекторная дуга коленного рефлекса замыкается на уровне 3-4-го поясничных сегментов.

2. Ахиллов рефлекс. Испытуемого ставят коленями на стул так, чтобы ступни обеих ног свободно свисали. Наносят легкий удар молоточком по ахилловому сухожилию. Происходит быстрое подошвенное сгибание стопы.

3. Подошвенный рефлекс. При изучении рефлексов, связанных с раздражением тактильных рецепторов кожи, подошвенной поверхности стопы ручкой молоточка, наблюдают за рефлекторным сгибанием пальцев стопы.

4. Сгибательный и разгибательный рефлекс предплечья. Наносят удары молоточком в области сухожилий 2-главой и 3-главой мышц верхней конечности и наблюдают сгибательный рефлекс пред-

плеча и разгибательный рефлекс в локтевом суставе.

Рефлекторная дуга сухожильных рефлексов состоит из 2-х нейронов: чувствительного и двигательного.

Результаты работы. Описывает технику сухожильных рефлексов у человека, делает заключение о рефлекторной природе двигательных реакций в ответ на внешние стимулы.

#### Работа 10. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ

Цель работы: Ознакомиться с особенностями функционирования нервных центров спинного мозга.

Для работы необходимы: штатив, препаративный набор, серная кислота разной концентрации (от 0,1 до 1,0 процента), фильтровальная бумага, вода, стаканчики, индукционная катушка или импульсный стимулятор, электроды, секундомер, лягушка.

##### 1. Суммация (временная) возбуждения в нервных центрах.

Методика выполнения работы. Приготовив спинальную лягушку, подвешивают ее на штатив. Лапку лягушки кладут на электрод и раздражают редкими одиночными подпороговыми стимулами от индукционной катушки или стимулятора. Сгибательный рефлекс отсутствует. При частых повторных стимулах лапки подпороговыми раздражениями через некоторое время возникает рефлекс - лягушка, сгибая лапку, снимает ее с раздражающих электродов.

Следовательно, нервные центры способны к суммации подпороговых возбуждений.

##### 2. Иррадиация (распространение) возбуждения в центральной нервной системе.

Методика выполнения работы. Наносят на пальцы лягушки раздражение (щипки пинцетом) возрастающей силы и наблюдают за увеличением объема двигательной реакции. На слабое раздражение происходит сгибание лапки лишь в голеностопном суставе. По мере увеличения силы раздражения в рефлекторную двигательную реакцию вовлекается все большее число мышечных групп раздражаемой лапки, затем начинает двигаться вторая лапка и все тело лягушки. Расширение объема двигательной реакции объясняется иррадиацией возбуждения в спинном мозге на все большее число сегментов.

3. Определение времени рефлекса по Гирку. Опуская лапку лягушки (до коленного сустава) последовательно в стаканы с серной кислотой разной концентрации (0,1; 0,3; 0,5; 1,0 процента)

определяют при помощи метронома или секундомера время и дату моментом погружения лапки в кислоту и моментом рефлекторного отдергивания. Между раздражениями необходимо сохранять интервал в 2-3 мин, опуская каждый раз лапку в сосуд с водой. С увеличением силы раздражения время рефлекса укорачивается.

##### 4. Взаимное торможение спинальных рефлексов.

Методика выполнения работы. Торможение спинномозговых рефлексов может возникать также при одновременном сильном раздражении реперитивных полей двух рефлексов. Приготавливают спинальную лягушку. Погружают ее лапку в 0,5-процентный раствор серной кислоты и наблюдают рефлекс сгибания. Определяют время рефлекса. Затем, погружая лапку в серную кислоту, одновременно сдавливают другую лапку зажимом Пеана. Рефлекс сгибания при этом не возникает вовсе, или время рефлекса очень удлиняется.

Результаты работы. Анализируют полученные данные. Отмечают, что проявление тех или иных особенностей деятельности нервных центров (суммация и иррадиация возбуждения, торможение спинальных рефлексов и т.д.) зависит в значительной мере от характера внешних воздействий (силы и частоты раздражения, одновременного действия их на реперитивные поля).

#### Работа 11. ЦЕНТРАЛЬНОЕ ТОРМОЖЕНИЕ СПИННО-МОЗГОВЫХ РЕФЛЕКСОВ (ОПЫТ И.М. СЕЧЕНОВА)

В основе нервной деятельности лежат активные по своим свойствам процессы - возбуждение и торможение. Впервые экспериментально процесс торможения в центральной нервной системе наблюдал И.М. Сеченов в 1862 г. Он обнаружил, что при раздражении зрительных бугров промежуточного мозга наступает резкое угнетение спинно-мозговых рефлексов: лапка лягушки, погруженная в раствор серной кислоты или вовсе не отдергивается, или время рефлекса резко удлиняется.

В этом опыте, получившем название "опыт И.М. Сеченова", было открыто торможение в центральной нервной системе.

Цель работы: Убедиться, что раздражение промежуточного мозга вызывает резкое торможение спинно-мозговых рефлексов.

Для работы необходимы: штатив, препаративный набор инстинктивных рефлексов, 0,25-процентный раствор серной кислоты, сосуд с водой, секундомер, вата, лягушка, кристаллы поваренной соли, пинцет, раствор Рингера.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ

Методика выполнения работы. Обнажают у лягушки головной мозг. Для этого ножницами делают поперечный разрез кожи тотчас позади ноздрей. От краев этого разреза проводят два косых разреза до туловища. Срезают кожный лоскут. Затем делают поперечный разрез по краю переднего разреза кожи, вводят бритву чужиком в плоскость черепа и осторожно разрезают кость по бокам черепа. Удаляют черепную крышку. Просушивают поверхность мозга, делают скальпелем поперечный разрез мозга под нижними полюсами полушарий и вычерпывают ткань выше разреза (рис. 2).

Подвешивают лягушку за нижнюю челюсть на крючок. Определяют время рефлекса по Тарку, опуская лапку в 0,25-процентный раствор серной кислоты. Через 2-3 мин, осушив поверхность мозга ватой, накладывают небольшой кристаллик соли на область промежуточного мозга (на зрительные чертосги) и в течение первой минуты измеряют время рефлекса на раздражение кислотой той же концентрации. Убедившись, что время рефлекса резко удлинилось или рефлекс отсутствует, снимают кристаллик соли и промывают разрез мозга раствором Рингера. Через 5-7 мин. после удаления раздражителя снова измеряют время рефлекса и убеждаются, что оно вернулось к исходной величине.

Следовательно, раздражение промежуточного мозга тормозит центры спинно-мозговых рефлексов.

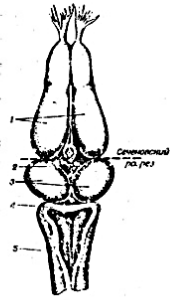


Рис. 2. Головной мозг лягушки: 1 - большие полушария, 2 - промежуточный мозг, 3 - средний мозг, 4 - мозжечок, 5 - продолговатый мозг.

Результаты работы. Записывают время рефлекса, полученное при первом, втором и третьем определении. Делают основной вывод о торможении центров спинного мозга вышележащими центрами головного мозга.

### РАЗДЕЛ III. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кора больших полушарий головного мозга и ближайшие к ней подкорковые образования являются высшими отделами центральной нервной системы, от функционирования которых зависит поведение организма. Поведение человека представляет собой его высшую нервную деятельность, результатом которой является изменение соотношения организма с внешней средой.

Высшая нервная деятельность проявляется в виде сложных рефлекторных реакций, осуществляемых при обязательном участии коры больших полушарий и ближайшей подкорки.

Изучая высшую нервную деятельность человека и животных И.П.Павлов показал, что все рефлекторные реакции можно разделить на две большие группы: условные и безусловные рефлексы. Безусловные рефлексы врожденные, они являются видовыми, передаются по наследству, имеют постоянную рефлекторную дугу, замыкаются в низших отделах центральной нервной системы и осуществляются в ответ на непосредственное раздражение данного рецептивного поля.

Условные рефлексы образуются в течение индивидуальной жизни, не передаются по наследству, формируются на основании безусловных рефлексов, осуществляются с обязательным участием коры больших полушарий. Непрерывно изменяющиеся условия внешней среды вызывают появление условных рефлексов и угашение (торможение) других. Условные рефлексы начинают осуществляться при действии сигналов - условных раздражителей, что обеспечивает организму более совершенное приспособление к окружающей среде. Образование условных рефлексов происходит путем замыкания временной связи между двумя очагами возбуждения, возникающими в коре больших полушарий при одновременном действии условного и безусловного раздражителей. Работами И.П.Павлова было показано, что метод условных рефлексов является основным приемом исследования высшей нервной деятельности человека и животных.

Закономерности высшей нервной деятельности, определяющие анализаторную и синтезирующую способности высших отделов мозга являются биологической основой для обучения и воспитания человека.

Высшая нервная деятельность имеет важнейшее значение в процессе приобретения двигательных навыков и адаптации к различным физическим упражнениям.

Особенностью высшей нервной деятельности человека является то, что условные рефлексы образуются на смысловое значение слов, поскольку "слово составило вторую, специальную нашу сигнальную систему действительности, будучи сигналом сигналов" (И.П.Павлов). Поэтому слово является пусковым сигналом при выполнении физических упражнений.

Учение И.П.Павлова о высшей нервной деятельности, экспериментально обосновывающее первичность материи и вторичность сознания, является одной из важнейших естественно-научных сторон марксистско-ленинской философии. Оно содержит доказательство о том, что произвольные движения, психические процессы и мышление человека являются по своей природе отраженными (рефлекторными), обосновывает философские положения о познаваемости материальных процессов, лежащих в основе психической деятельности, о причинной обусловленности произвольных движений и поступков человека материальными процессами в нервной системе, вызванными раздражениями из внешней или внутренней среды и следами от всей предшествующей деятельности.

#### Работа 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ НА УСЛОВНЫЕ РАЗДРАЖИТЕЛИ

Цель работы: Усвоить некоторые приемы анализа формирования двигательных условных рефлексов.

Для работы необходимы: хронометр (или электросекундомер), связанный с сигнальным аппаратом (световым или звуковым) и позволяющим измерять в миллисекундах время двигательной реакции испытуемого на условный раздражитель.

Методика выполнения работы: поместив сигнальный аппарат перед испытуемым, ему предлагают в ответ на появление раздражителя (например, красного света) быстрее нажать на кнопку, выключающую его. Можно использовать звуковой сигнал (например, выстрел острого пистолета) и регистрировать ответную реакцию при толчке о стартовые колодки. При повторных подачах сигналов время между ними должно быть различным, чтобы переключить реагирование на временной интервал, а не на появление раздражителя.

Средние количественные показатели временной элементарной дви-

гательной реакции у спортсменов, тренирующихся в скоростных упражнениях (спринтеры - бегуны и др) составляют примерно 200 мс (0,2 с), а у стайеров - около 300 мс (0,3 с).

Результаты работы. Полученные данные сопоставляют со средними. Сравнивают длительность латентного периода до и после физических нагрузок. Проводят анализ двигательных условных рефлексов и объясняют механизм их формирования.

#### Работа 13. ВЫРАБОТКА ДВИГАТЕЛЬНОГО УСЛОВНОГО РЕФЛЕКСА НА ЗВУК У ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: Проследить образование двигательного условного рефлекса у человека.

Для работы необходимы: очковая оправа с укрепленной на ней изогнутой стеклянной трубкой, соединенной при помощи резиновой трубки с гошей, электрический звонок, экран для загорания звонка и резиновой груши, испытуемый.

Методика выполнения работы. Для образования двигательного условного рефлекса у человека в качестве безусловного раздражителя используют прерывистую струю воздуха, направленную на поверхность наружных оболочек глаза (роговицу, склеру), которая вызывает безусловный защитный рефлекс глаза - мигание. Этот рефлекс вызывает нажатием резиновой груши и подачей струи воздуха через трубочку, укрепленную на очковой оправе, в наружный угол глаза.

В качестве индифферентного раздражителя, который должен стать условным, используют звонок. Последовательно выполняют следующие действия.

1. Испытуемый и экспериментатор садятся друг против друга у стола. Закрывают от испытуемого экраном звонок и грушу.
2. Надевают на испытуемого очки с оправой с закрепленной на ней трубкой для подачи струи воздуха в наружный угол глаза. Слегка нажимают на грушу, вызывая двигательный рефлекс.
3. Включают на 5 с. звонок, убеждаются, что звук звонка мигания не вызывает.
4. Включают звонок на 5 с и через 1-2 с после начала включения звонка нажимают грушу, подавая струю воздуха до окончания звучания звонка. Совместное действие звонка и струи воздуха длится около 3 с. Такое сочетание раздражителей повторяют 7-12 раз с интервалом не менее минуты.
5. После 7-12 сочетаний включают звонок, не приближая к

нему подачу воздуха, и наблюдают мигательный рефлекс без раздражения роговицы и склеры. При отсутствии рефлекса повторяют сочетание двух раздражителей еще несколько раз и затем применяют один звонок. Звонок, который ранее не вызывал мигательного рефлекса, становится условным раздражителем, вызывающим условный мигательный рефлекс.

Результаты работы. Отмечают, что вначале звонок не вызывает мигательного рефлекса. Записывают время действия звонка и совместное его действие со струей воздуха в каждом повторении. Отмечают наличие мигательного рефлекса. Указывают через сколько сочетаний двух раздражителей условный раздражитель (звонок), примененный изолированно, вызвал условный мигательный рефлекс.

#### Работа 14. ОБРАЗОВАНИЕ УСЛОВНОГО ЗРАЧКОВОГО РЕФЛЕКСА НА ЗВОНК И НА СЛОВО "ЗВОНК" у ЧЕЛОВЕКА

У человека и животных условным раздражителем, вызывающим ту или иную деятельность может стать любой предмет или явление природы. Условные рефлексы называются условными рефлексами первой сигнальной системы, которая является общей у человека и животных. Однако для человека сигнальное значение имеет не только предмет или явление природы, но также и слово, речь. Слова слышимые, видимые, произносимые, написанные, сочетаясь с раздражителями первой сигнальной системы, с предметами или явлениями, ставшими условными раздражителями, сами становятся сигналами этих сигналов. Условные рефлексы, образующиеся на слово, речь, называются условными рефлексами второй сигнальной системы. Они присущи только человеку и образуются на основе условных рефлексов первой сигнальной системы.

Цель работы: Выработать условный зрачковый рефлекс на звонок (условный рефлекс первой сигнальной системы); показать, что одновременно происходит выработка условного зрачкового рефлекса на слово "звонок" (условный рефлекс второй сигнальной системы).

Для работы необходимы: настольная лампа, ручной экран для закрывания глаз, электрический звонок, испытуемый.

Методика выполнения работы.

1. Выбирают испытуемого со светлой окраской радужной оболочки глаз и четкой зрачковой реакцией на свет.

2. Испытуемый и экспериментатор садятся напротив друг друга

у одного края стола, на котором стоит настольная лампа и электрический звонок. При интенсивном дневном освещении испытуемого можно посадить лицом к окну. Испытуемый должен закрыть один глаз рукой.

3. Экспериментатор, закрывая и открывая второй глаз испытуемого экранчиком, убеждается в наличии зрачкового рефлекса (сужение зрачка на свет и расширение его после затемнения).

4. Убеждается, что звук звонка не вызывает зрачкового рефлекса.

5. Приступают к образованию условного зрачкового рефлекса на звонок. Для этого, включив звонок, тотчас закрывают глаза испытуемого экраном, т.е. производят почти одновременно два раздражения: звонок, не вызывающий расширения зрачка - будущий условный раздражитель и затемнение глаза - безусловный раздражитель, вызывающий расширение зрачка. Повторяют сочетание этих раздражений 7-10 раз с интервалом 40-50 с.

6. Через 7-10 сочетаний, включая звонок, не затемняют глаза. Если условный рефлекс образовался, то, несмотря на яркое освещение глаза светом, зрачок расширяется. Следовательно, звонок стал условным раздражителем, вызывающим условный рефлекс первой сигнальной системы.

7. Закрепляют выработанный условный зрачковый рефлекс на звонок, повторяя сочетание двух раздражений еще несколько раз. Затем вместо включения звонка громко произносят слово "звонок", но не затемняют глаза. При этом зрачок расширяется, что указывает на образование условного зрачкового рефлекса на слово "звонок".

Следовательно, слово "звонок" стало условным раздражителем, вызывающим условный рефлекс второй сигнальной системы.

Результаты работы. Описывают методику выработки условных рефлексов первой и второй сигнальной систем. Указывают, что является раздражителем для первой сигнальной системы и для второй. Отмечают, что у человека при выработке условных рефлексов первой сигнальной системы одновременно формируются условные рефлексы второй сигнальной системы.

#### РАЗДЕЛ IV. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ (АНАЛИЗАТОРОВ)

Организм человека постоянно получает информацию как о состоянии внешней среды, в которой он находится, так и о состоянии всех

органов и частей тела. Аппараты, функция которых заключается в восприятии, передаче и анализе информации, получили название анализаторов или сенсорных (афферентных) систем. Поскольку организм является саморегулирующей системой, то в оптимальном регулировании организма огромное значение имеют обратные связи, осуществляемые через сенсорные системы. Благодаря информации, поступающей от сенсорных систем, центральная нервная система непрерывно оповещается о характере выполняемой двигательной или вегетативной функции, что используется как для коррекции текущей, так и для улучшения последующей деятельности.

Импульсы, поступающие через анализаторы в центральную нервную систему, поддерживают ее тонус на высоком уровне. При выключении у животных нескольких сенсорных систем (зрительной, слуховой, вестибулярной, обонятельной), тонус нервной системы снижается и такие животные почти все время спят. Познание человеком объектов внешнего мира также осуществляется с помощью сенсорных систем. Значение сенсорных систем в процессе занятий физическими упражнениями весьма велико, так как при этом функционируют одновременно несколько систем. В результате между ними складываются специфические взаимоотношения, имеющие условно-рефлекторную природу. Субъективно это воспринимается в виде ощущений, называемых "чувством снега" (у лыжников), "чувством воды" (у пловцов) и т.д. Систематическая тренировка улучшает функции многих сенсорных систем. Совершенствование сенсорной системы наступает при занятиях спортивными играми (увеличение поля зрения, улучшение глубинного зрения). Вестибулярная сенсорная система совершенствуется при занятиях гимнастикой, плаванием и другими видами спорта.

#### Работа 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТРОТЫ ЗРЕНИЯ

Острота зрения характеризуется способностью глаза человека различать две близко расположенные друг к другу точки как отдельные. Она может измеряться тем наименьшим углом, под которым расположены эти две точки, которые видны, как отдельные. Установлено, что человек с нормальной остротой зрения способен различать детали окружающей обстановки, видимые под углом зрения в одну угловую минуту.

Для определения остроты зрения пользуются специальными таблицами Головина. В таблице имеется 12 строк. Величина букв в строках убывает сверху вниз. Слева от каждой строки указано то расстояние, с которого крайние точки каждой буквы данной строки

будут видны нормальному глазу под углом в 1 мин. С правой стороны строки указана острота зрения. Острота зрения ( $V$ ) рассчитывается по формуле  $V = \frac{d}{D}$ ,

где  $V$  - острота зрения (визус),

$d$  - расстояние от испытуемого до таблицы,

$D$  - расстояние, с которого данная строка правильно читается нормальным глазом.

Например, если испытуемый правильно называет буквы, расположенные в 10-й строке сверху (он должен правильно читать с расстояния 5 м.), а сам находится на расстоянии 5 м. от таблицы, то острота его зрения равна  $V = 5 : 5 = 1,0$ .

Если испытуемый правильно называет буквы 5-й строки (он должен правильно читать их с расстояния 10 м.), а сам находится на расстоянии 5-ти м, то его острота зрения равна  $V = 5 : 10 = 0,5$ .

Цель работы: Определить остроту зрения по таблице Головина.

Для работы необходимы: таблица Головина, метр, указка.

Методика выполнения работы. Таблицу вешают на хорошо освещенную стену (чаще таблица освещается электрической лампочкой).

Испытуемого сажают на стул на расстоянии 5 м. от таблицы. Определение остроты зрения проводят для каждого глаза отдельно. Закрыв один глаз испытуемого специальным щитком, просят испытуемого называть указываемые указкой буквы. Определение начинают с самой верхней строки и, постепенно спускаясь вниз, находят ту строку, отдельные буквы которой не могут быть правильно названы испытуемым. Последняя строка, прочитанная испытуемым без ошибки, служит показателем остроты зрения для данного глаза. С правой стороны этой строки указана острота зрения. Затем определяют остроту зрения другого глаза.

Результаты работы. Определяют остроту зрения для обоих глаз. Указывают соответствие остроты зрения нормальным величинам.

#### Работа 16. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ

Пространство, видимое глазом человека при фиксации взгляда в одной точке, называется полем зрения. Определение поля зрения используется для диагностики поражений сетчатки и проводящих путей зрительного анализатора, определения границ бокового и цветового зрения.

Цель работы: Определить поле зрения для цветового и бесцветного видения.

Для работы необходимы: периметр Форстера, марки к нему, циркуль, бумага, линейка, цветные карандаши.

Методика выполнения работы. I

1. Определение границ бесцветного зрения. Испытуемого сажают спиной к свету и просят его поставить подбородок в выемку подставки штатива периметра так, чтобы конец штатива пришелся к нижнему краю глазницы. Испытуемый фиксирует одним глазом белую точку в центре дуги периметра. Второй глаз должен быть закрыт. Устанавливают дугу периметра в горизонтальном положении и начинают измерение. Для этого берут белую марку, которую медленно передвигают по внутренней поверхности дуги от ее наружного края к центру и просят испытуемого указать момент, когда марка становится видна при неподвижно фиксированном взгляде. Отмечают угол и проверяют вторично. Затем измеряют поле зрения с другой стороны дуги, после чего ееворачивают на  $90^\circ$  и определяют границы поля сверху и снизу (рис. 3). Аналогичным образом измеряют границы поля зрения, каждый раз поворачивая дугу на  $15^\circ$ . За недостатком времени можно ограничиться определением 4-х точек (правой, левой, верхней и нижней). В тетради делают чертеж и на нем ставят точки, отмечающие границы поля зрения.



Затем точки соединяют прямыми линиями. Так определяют поле зрения и для другого глаза.

Рис. 3. Периметр Форстера

2. Определение границ цветового зрения. Заменяв белую марку цветной, тем же способом определяют границы цветового зрения. При этом от испытуемого требуется не только увидеть марку, но и точно определить ее цвет. Определяют цветовое поле зрения для нескольких цветов и убеждаются, что периферические части сетчатки не воспринимают цвета. Границы цветового зрения уже, чем бесцветного. Самое узкое поле зрения на зеленый цвет. Несколько шире поле зрения на красный, синий и желтый цвета. Наносят на

чертеж границы цветового зрения для правого и левого глаза.

Результаты работы. Измеряют поле зрения для правого и левого глаза. Строят чертежи по полученным данным. Сопоставляют форму поля зрения правого и левого глаза для бесцветного и цветового видения. Отмечают, что поле зрения направлено в наружную сторону и вниз.

Литература

Билибин Д.П., Ветчинкина К.Т., Власова И.Г., Дорина Л.П., Иакистратов Г.Ф., Корягин В.А., Коновалов В.И., Кулланда К.М., Лебединская Е.И., Урываев Ю.В., Чеснокова С.А. Практикум по физиологии: Учебное пособие для студентов медицинских институтов / Под ред. К.М.Кулланды. М.: Медицина, 1970.

Губарь А.В., Косицкий Г.И., Куликова В.С., Мальцева Т.А., Маркова А.А., Милытина Л.А., Орешук Ф.А., Петров С.И., Чеснокова С.А. Руководство к практическим занятиям по курсу нормальной физиологии: Учебное пособие для студентов медицинских институтов / Под ред. Э.А.Аоратяна и А.В.Губарь. М.: Госиздателство медицинской литературы, 1963.

Коган А.Б., Щитов С.И. Техника физиологического эксперимента (Большой практикум по физиологии человека и животных): Учебное пособие для студентов биологических специальностей университетов. М.: Высшая школа, 1967.

Практикум по общей физиологии и физиологии спорта: Пособие для институтов физической культуры / Под общ. ред. А.Б.Гандельсмана, 2-е изд. перераб., М.: Физкультура и спорт, 1973.

Практикум по нормальной физиологии / Под ред. проф. Н.А.Агаджаняна и проф. А.В.Короблова: Учебное пособие для студентов медицинских специальностей вузов. М.: Высшая школа, 1963.

Практические занятия по физиологии: Учебное пособие для институтов физической культуры / Под общ. ред. А.Б.Гандельсмана. М.: Физкультура и спорт, 1968.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА . . . . .	3
Работа 1. Определение двигательной хронаксии мышц у человека (хронаксиметрия) в покое и после физических нагрузок . . . . .	4
Работа 2. Регистрация электрической активности мышцы (электромиография) . . . . .	6
Работа 3. Анализ одиночного сокращения мышцы . . . . .	7
Работа 4. Анализ тетануса мышц . . . . .	9
Работа 5. Диниметрия. Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц кисти . . . . .	11
Работа 6. Измерение величины усилий мышц человека (диниметрия и кинематография) . . . . .	12
Работа 7. Измерение и запись работы мышц человека (эргометрия и эргография) . . . . .	13
РАЗДЕЛ II. ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ . . . . .	14
Работа 8. Анализ рефлекторной дуги . . . . .	15
Работа 9. Сухожильные рефлексы человека (коленный, ахиллов, подошвенный и др.) . . . . .	17
Работа 10. Исследование основных свойств нервных центров . . . . .	18
Работа 11. Центральное торможение спинно-мозговых рефлексов (опыт И.М.Сеченова) . . . . .	19
РАЗДЕЛ III. ФИЗИОЛОГИЯ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ . . . . .	21
Работа 12. Определение времени элементарной двигательной реакции на условные раздражители . . . . .	22
Работа 13. Выработка начального условного рефлекса на звонок у человека . . . . .	23
Работа 14. Образование условного зрачусвого рефлекса на звонок и на слово "звонок" у человека. . . . .	24
РАЗДЕЛ IV. ФИЗИОЛОГИЯ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМ (АНАЛИЗАТОРОВ) . . . . .	25
Работа 15. Определение остроты зрения . . . . .	26
Работа 16. Определение поля зрения . . . . .	27
Литература . . . . .	30

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ



Виктор Иванович Кузнецов

Практикум по курсу "Физиология человека"

Часть 2. (Общая физиология)

Редактор Е.Ф.Зайцева

Подписано в печать 14.04.1984 г. АЗ 41250

Формат 60x84 1/16. Бумага писчая № 1. Печать офсетная.

Усл.п.л. 1,86. Уч.-изд.л. 1,7. Тираж 200. Заказ 167.

Цена 6 к.

Отпечатано на ротапринтере ГГУ, г.Гомель, ул.Советская, 104.

РЕПОЗИТОРИЙ Г.Г.

КОПИИ