

О. С. ЯКОВЛЕВА

**ШКОЛЬНЫЕ ОПЫТЫ  
И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ  
ПО КУРСУ АНАТОМИИ  
И ФИЗИОЛОГИИ  
ЧЕЛОВЕКА**

УЧ П Е Д Г И З

1951

О. С. ЯКОВЛЕВА

# ШКОЛЬНЫЕ ОПЫТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО КУРСУ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

(ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ)

*Утверждено  
Министерством просвещения РСФСР*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ЛЕНИНГРАД 1951 МОСКВА

Редактор: *Н. В. Натарова.*

Технический редактор: *Е. Г. Талызина.* Корректоры: *А. А. Морозова* и *М. Г. Дешалыт.*

---

Подписано к печати 6/ХП 1951 г. М-40345. Заказ № 1943. Тираж 25 тыс. экз.

Формат бумаги 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. л. 5,75. Печ. л. 11,5. Уч.-изд. л. 11,65.

Цена без переплета 3 р. 50 к., переплет 60 к.

---

Типография «Красный Печатник». Ленинград, проспект имени И. В. Сталина, 91.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга не ставит своей задачей рассмотрение всей системы преподавания школьного курса анатомии и физиологии человека или разрешение всего комплекса вопросов принципиального характера, связанных с применением опытов на уроках или во внеклассной работе по анатомии и физиологии человека.

Цель ее — дать начинающим учителям точное описание техники и основные методические указания к проведению наблюдений и опытов в процессе преподавания школьного курса анатомии и физиологии человека. Кроме обязательного минимума работ, требуемых программой, переработанной на основе физиологического учения И. П. Павлова, в книге дается описание довольно большого количества опытов, проведение которых может несколько расширить рамки школьного эксперимента по физиологии.

В руководство включены описания практических работ и демонстраций, используемых в школе при изучении клеток, тканей и органов, хотя они и не относятся к категории физиологического эксперимента. Сделано это для удобства преподавателей, работа которых будет значительно облегчена, если они в одной книге найдут указания к проведению всех школьных работ по анатомии и физиологии человека.

Исходя из того, что физиологические изменения, возникающие в организме под воздействием внешних факторов, значительно лучше могут быть осознаны учащимися при изучении курса физиологии, нежели в курсе зоологии, в книге даются описания некоторых опытов, показывающих изменения, возникающие в животном организме под влиянием условий жизни (состав пищи, температура, условия освещения).

Описания опытов и наблюдений выполнены по единой схеме: цель работы, оборудование, техника и методика проведения данной работы, вывод и примечания.

Мы отнюдь не предполагаем, что в школе следует ставить все представленные в данном руководстве работы. В зависимости от оборудования и подготовки учащихся преподаватель должен из большого количества работ, приведенных в книге, выбрать те, которые в данных конкретных условиях могут быть проведены на уроках или в кружке юных физиологов.

В руководстве приведены как оригинальные работы, так и те опыты, которые уже имеются в нашей отечественной методической литературе.

Последнее обстоятельство придает книге удобный для учителя характер методической хрестоматии, обеспечивающей ему знакомство с большим количеством тщательно проверенного лучшего опыта наших учителей и методистов.

Приношу благодарность методистам и преподавателям, давшим для книги описание опытов и приборов, сконструированных ими: П. И. Боровицкому (раб. 17, 49, 73, 74), С. А. Павловичу (раб. 23), Л. Л. Поташниковой (раб. 86), А. Е. Суглицкому (раб. 75, 76, 80), Л. Э. Спалва (раб. 52, 77, 85) и Г. С. Рогинскому (раб. 70).

---

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

Августовская (1948 г.) сессия Академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, обсудившая доклад акад. Т. Д. Лысенко о положении в биологической науке, рассмотренный и одобренный Центральным Комитетом ВКП(б), показала полное торжество мичуринского направления в биологии над реакционной идеалистической вейсмано-моргановской лженаучной теорией. В нашей стране социализма восторжествовало материалистическое мичуринское направление, которое дает неограниченные возможности для дела управления природою живых организмов и указывает пути планомерного изменения их в нужную сторону посредством управления условиями жизни.

Сессия Академии наук СССР и Академии медицинских наук СССР (1950 г.), посвященная проблемам физиологического учения И. П. Павлова, нанесла сокрушительный удар по отголоскам идеализма в физиологии и всем попыткам извратить павловское учение. Сессия наметила пути дальнейшего расцвета советской физиологии и медицины, а также психологии, педагогики и других отраслей науки.

В свете материалов сессии ВАСХНИЛ 1948 г. школьные программы и учебники по биологии были переработаны на основе мичуринского учения, а решения сессии Академии наук СССР и Академии медицинских наук СССР (1950 г.) вызвали изменения программы по анатомии и физиологии человека.

В основу школьного курса анатомии и физиологии человека положено физиологическое учение И. П. Павлова, которое основано на материалистическом познании закономерностей окружающей природы, жизнедеятельности животного организма и физиологических основ высшей нервной деятельности.

Учитель должен помочь учащимся создать понятие об организме как о целостной системе органов, объединенной нервной и гуморальной связью, подчеркнуть ведущую роль нервной связи, показать роль нервной системы по отношению к целостному организму (объединение деятельности всех тканей и органов и обеспечение взаимной связи организма и среды) и вскрыть ведущую роль коры больших полушарий головного мозга как в осуществлении внутреннего единства организма, так

и в обеспечении неразрывной связи организма с внешней средой. Учащимся следует показать, что нервная система обеспечивает постоянную приспособленность организма к окружающей внешней среде с сохранением целостности и единства организма. Учению И. П. Павлова об условных рефлексах, о единстве первой и второй сигнальных систем и о качественном своеобразии высшей нервной деятельности человека в школе должно быть уделено серьезное внимание. Наконец, учитель должен показать учащимся, что работы И. П. Павлова знаменуют собою новый этап в развитии физиологии и медицины, и вскрыть роль павловского учения в борьбе за здоровье и долголетие человека. Школьному курсу, изучающему основы павловской физиологии, должна быть придана значительная практическая направленность путем ознакомления учащихся с вопросами гигиены, санитарии, медицины, путем разъяснения необходимости соблюдения здорового режима, необходимости занятий физкультурой.

Глубокое изучение основ физиологии требует применения опытов и наблюдений. Знакомя учащихся с основами павловской физиологии, недостаточно давать школьникам знания лишь конечных выводов этой науки: учащимся следует знакомить с теми способами, при помощи которых были получены научные истины. Это тем более необходимо, так как И. П. Павлов был блестящим экспериментатором. Он широко использовал опыты при чтении курса физиологии. На примере работ самого И. П. Павлова мы можем ярко показать, какое большое значение в физиологии имеет правильно выбранный метод исследования.

Школьные опыты и наблюдения по физиологии животных и человека могут иметь различный характер и занимать различное место в учебном процессе, но все они — простые и сложные, длительные и кратковременные — имеют большое образовательное и воспитательное значение. Они не только знакомят учащихся с одним из основных методов павловской физиологической науки, но являются средством наилучшего усвоения определенных понятий курса и средством формирования основ научного материалистического мировоззрения учащихся.

Наблюдения и опыты знакомят учащихся с реально существующими в теле животного и человека физиологическими процессами, помогают вскрывать объективно существующие связи и взаимоотношения между ними и убеждают учащихся в материальной обусловленности физиологических процессов. Иногда нужно поставить несколько аналогичных опытов, чтобы лучше понять общую сущность наблюдаемых явлений.

В ряде школьных опытов (действие слюны на крахмал, действие желудочного сока на белки, превращение венозной крови в артериальную, сокращение мышцы и т. п.) учащиеся получают возможность непосредственного наблюдения физиологических процессов. Они убеждаются в том, что эти процессы дей-

ствительно существуют, что течение их можно изменить путем изменения материальных условий.

Однако в некоторых опытах учащиеся наблюдают лишь внешнее проявление физиологического процесса, а не самый процесс. Так, в опыте с нервно-мышечным препаратом учащиеся видят сокращение мышц лапки при раздражении нерва; те же физиологические процессы, которые происходят в нерве, непосредственному наблюдению не поддаются. В опытах со спинномозговой лягушкой учащиеся наблюдают начальный момент (нанесение раздражения на кожу) и конечный момент рефлекса (сокращение мышц), а те физиологические процессы, которые происходят в нервной системе во время рефлекса, также не могут быть наблюдаемы.

Следовательно, одних эмпирических наблюдений школьников без теоретического обобщения не всегда бывает достаточно для того, чтобы познать закономерности физиологических процессов. Наблюдения, проводимые учащимися во время опытов, дают знание определенного количества реально существующих фактов, подлежащих обобщению на основе диалектико-материалистического понимания жизни. Ведущая роль учителя в этом деле весьма ответственна и сложна.

Приведем несколько примеров, иллюстрирующих значение школьного опыта по физиологии в работе учителя по формированию в сознании учащихся идеи материальности природы. «Материалистическое мировоззрение, — говорит Энгельс, — означает просто понимание природы такой, какова она есть, без всяких посторонних прибавлений».<sup>1</sup> Разберем с этой точки зрения урок на тему «Строение нерва и свойства нерва». Школьный опыт по изучению свойств нерва показывает учащимся, что в нерве под воздействием материальных причин происходят какие-то изменения, хотя непосредственно мы их и не наблюдаем.

Однако при повторении опыта после нанесения на нерв капли хлороформа или аммиака учащиеся наблюдают, что проводимость нерва ослабляется или полностью нарушается; это убеждает их в том, что возбуждение, возникшее в нерве под влиянием материальных причин, действительно проводится по нерву.

Если учитель ограничится только рассмотрением одного этого факта, то значение опыта будет весьма ограничено. Если же от рассмотрения свойств нерва учитель сразу перейдет к ознакомлению учащихся с физиологическими свойствами каждой нервной клетки, которые также обладают возбудимостью и проводимостью, то значение опыта по изучению свойств нерва будет значительно шире. Учащимся, под свежим впечатлением опыта, станет ясно, что причиной возбуждения нервных клеток в живом

---

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XIV, 1931, стр. 651.



нормальном организме является всегда какая-то материальная причина. Нервные клетки приходят в состояние возбуждения под влиянием химических веществ, приносимых к ним кровью или образующихся в них самих в процессе их жизнедеятельности. Нормальным же физиологическим раздражителем нервных клеток центральной нервной системы являются возбуждения, поступающие в клетки из тех органов, с которыми эти клетки связаны при помощи нервных волокон. Вот к каким глубоко осознанным и прочным знаниям может привести простой школьный опыт с раздражением нерва солью, горячей палочкой, щипком и электрическим током при правильном обобщении данных опыта. При правильном анализе опытов со спинномозговой лягушкой (особенно интересен опыт с выключением отдельных частей рефлекторной дуги — см. раб. 60) у учащихся формируется понятие о том, что нервная система является таким органом, в котором протекают сложнейшие физиологические процессы, что причиной этих процессов являются материальные воздействия среды на нервные окончания центростремительных нервных волокон. Простейшие опыты со спинномозговой лягушкой весьма убедительно показывают учащимся, что взаимоотношения этой лягушки с внешней средой осуществляются при участии нервной системы, так как при разрушении спинного мозга все кожно-мышечные рефлексы, имеющие защитное значение, исчезают. Эти опыты убеждают учащихся в том, что нервная система — это специальный орган отношений животного к внешнему миру.

Опыты по условным рефлексам, проводимые учащимися в уголке живой природы, помогут им понять учение И. П. Павлова о значении нервной системы в обеспечении нормальных сложных отношений организма с внешним миром. Эти опыты покажут учащимся, что И. П. Павлов нашел метод (метод условных рефлексов) объективного изучения высшей нервной деятельности животных, т. е. метод объективного изучения сложных взаимоотношений организма с внешним миром, осуществляющихся при помощи коры больших полушарий. Эти отношения временны, преходящи, но значительно превосходят по тонкости те постоянные, неизменные ответы организма на воздействия внешней среды, которые осуществляются при помощи безусловных рефлексов. В настоящее время в методической литературе описано достаточное количество школьных опытов по условным рефлексам с использованием лабораторных животных. Эти опыты необходимо широко практиковать в школе для демонстрации того, что жизнь животного представляет собою постоянное приспособление к воздействиям внешнего мира, что это приспособление осуществляется при помощи нервной системы.

Школа не располагает опытами, показывающими значение нервной системы в обеспечении существования организма как

единого целого. Сложные физиологические опыты по данной тематике могут быть продемонстрированы учащимся при помощи учебных фильмов. Путем обычных школьных «самонаблюдений» может быть ясно показана согласованная деятельность органов тела человека.

Школьные опыты, вскрывающие роль гормонов и витаминов в жизни животного организма, подводят учащихся к более глубокому пониманию значения химической регуляции физиологических процессов, имеющей определенное значение в осуществлении единства организма.

Путем доступных школе опытов учащимся следует показать, что изменяя условия питания, температуры, освещения и других факторов внешней среды, можно вызвать в животном организме изменение обмена веществ, так как условия внешней среды изменяют строение и функции организма только через изменение обмена веществ.

Самая сущность физиологических изменений, происходящих в животном организме под влиянием внешних факторов, может быть более сознательно усвоена учащимися при изучении курса физиологии, а не в курсе зоологии, где предлагаются подобные опыты.

При совместном изучении анатомии и физиологии школьные опыты создают благоприятные условия для формирования в сознании учащихся понятия о единстве формы и функции. Обеспечивая наглядность при изучении формы путем вскрытий, демонстраций натуральных органов и практической работы учащихся с раздаточным материалом, учитель в ряде случаев может при помощи опыта дать наглядное восприятие функции изучаемого органа. Так, при ознакомлении учащихся с анатомией сердца путем вскрытия сердца крупного млекопитающего животного учитель должен не только ознакомить учащихся со строением сердечных клапанов, но и показать на опыте значение этих клапанов (см. раб. 22). При изучении особенностей строения мерцательного эпителия следует не только дать понятие о строении этой ткани, но и показать на опыте взаимосвязь между строением этой ткани и ее функцией (см. раб. 28). Взаимосвязь между строением сустава и характером движения в нем, зависимость свойств костей от их строения и химического состава и целый ряд других примеров единства формы и функции могут быть наглядно раскрыты перед учащимися путем опытов.

Ценность школьных опытов заключается также и в том, что они убеждают учащихся в познаваемости сложнейших жизненных процессов, протекающих в живом организме, и в возможности управления ими.

Умело используя данные школьных опытов и наблюдений, учитель может показать связь павловской физиологической науки с практической медициной. Так, познакомив учащихся

при помощи опыта с условиями действия фермента пепсина на белок, учитель подводит их к пониманию того, что медицина, основанная на знании физиологии, может помочь больному, имеющему слабую кислотность или недостаточное количество желудочного сока. Этот обычный школьный опыт поможет учащимся осознать ту великую пользу, которую принес всему человечеству И. П. Павлов, открывший способ получения лечебного желудочного сока путем мнимого кормления.

Итак, школьные опыты по физиологии животных и человека обеспечивают конкретное восприятие учащимися реальных фактов объективной действительности и являются фундаментом для образования правильных понятий и развития абстрактного мышления учащихся, которое и дает им возможность понять невидимые связи и отношения между вещами и явлениями, познать закономерности жизни животного организма.

Образовательное и воспитательное значение школьных опытов и наблюдений в курсе анатомии и физиологии велико, но они не являются исключительным и универсальным методом преподавания школьной физиологии. Историческое постановление ЦК ВКП(б) о средней школе 5/IX 1931 г. со всей четкостью указало, что в школе не должно быть единого, универсального метода преподавания. Уроки по анатомии и физиологии человека представляют собою богатое поле для применения различных приемов преподавания. На этих уроках устное изложение материала учителем должно сочетаться с практическими работами учащихся, с демонстрационными опытами учителя, с использованием натуральных объектов, таблиц, кинофильмов, рисунка на доске и т. д.

Применение большого разнообразия методических приемов на уроках анатомии и физиологии человека облегчается тем, что анатомия и физиология изучаются совместно.

Опыты и наблюдения, своевременно включенные в урок, всегда должны быть логически связаны с темой урока и подчинены содержанию его.

Умелое и правильное применение демонстрационных опытов, практических занятий и длительных наблюдений и экспериментов во внеклассное время требуют от учителя хорошего знания техники эксперимента, вдумчивого отношения к методике его, так как только правильно поставленный эксперимент может дать ценный в педагогическом отношении результат.

Прежде всего преподаватель и учащийся должны совершенно отчетливо представлять себе, для чего ставится тот или иной опыт, какова цель эксперимента. Методологически и методически недопустимо ставить опыт совсем «вслепую», руководствуясь желанием «посмотреть, что получится».

Кроме ясного представления о цели эксперимента, важным моментом является выбор условий эксперимента. За постановкою вопроса следует намечение средств к его решению. При этом

в школьных опытах по физиологии большое значение приобретает применение различных приборов и инструментов. На этой стадии работы, в значительной мере определяющей успех эксперимента, следует стараться не усложнять опыта ненужными деталями, подчас затемняющими конечный результат. Следует стремиться к возможно более простому решению задачи.

Объект наблюдения должен быть освобожден от осложняющих его влияний. Приборы, с использованием которых ставятся школьные опыты, должны быть настолько упрощены, чтобы конструкция прибора не отвлекала внимания. Вместе с тем нельзя упрощение в постановке опыта доводить до такой степени, которая отразилась бы на точности результата.

Необходимо приучать учащихся к правильному, сознательному подбору условий опыта, что имеет большое значение в деле развития их мышления.

В целом ряде случаев при постановке опытов сложную проблему приходится разбивать на ряд более простых. Например, поставив задачу выяснить влияние слюны на пищу, мы расчленим эту задачу на ряд вопросов. Сначала выясняем, на какую составную часть пищи действует слюна (крахмал, белок, жиры). Затем разрешаем вопрос о влиянии температуры на процесс изменения крахмала и, наконец, ставим вопрос о химической среде, необходимой для проявления деятельности ферментов слюны.

На основании сопоставления данных этих опытов делается вывод о пищеварительном значении слюны и условиях ее действия на крахмал. Правильное расчленение сложной проблемы на ряд более простых является чрезвычайно существенным моментом во всякой экспериментальной работе.

Наконец, при использовании опытов на уроках и во внеклассных занятиях необходимо так организовать работу, чтобы эксперимент вызвал активность учащихся, содействовал развитию их внимания, наблюдательности и мыслительных способностей. Это достигается различными путями.

На уроках по анатомии и физиологии человека опыты используются чаще всего при изучении нового материала; значительно реже они ставятся для дополнительной иллюстрации уже ранее установленных фактов и закономерностей. При изучении нового материала опыты могут быть проведены различно. В одних случаях они являются лишь иллюстрацией к устному изложению материала учителем. Допустим, что на уроке по теме «Пищеварительное значение желудочного сока» учитель излагает все содержание урока (состав желудочного сока, фермент пепсин, действие его на белок и условия, необходимые для этого), а затем все сказанное иллюстрирует опытами или предлагает учащимся провести соответствующую лабораторную работу. Данный прием использования опытов на уроке имеет свои положительные стороны: он упражняет наблюдательность

учащихся, обеспечивает наглядное восприятие изучаемого физиологического процесса, придает знаниям конкретный и более прочный характер; он является одним из способов закрепления материала. В ряде случаев такой методический прием применения наблюдений и опытов на уроке является вполне целесообразным. Так, например, при работе с микроскопическими объектами наблюдение и опыт лучше использовать в качестве иллюстрации к объяснению учителя, так как изучение микрообъектов является для учащихся довольно трудным процессом. Если учащиеся найдут под микроскопом и внимательно рассмотрят то, о чем рассказывал учитель, то учебная цель работы будет достигнута; более сложных задач при работе с микроскопом в школьных условиях ставить не следует. При постановке опытов по изучению трудных вопросов программы демонстрация опыта в качестве иллюстрации к изложению учебного материала учителем будет также вполне целесообразна. Так, например, вопрос об односторонней проницаемости живых тканей, разбираемый при изучении физиологии всасывания, является трудным для учащихся; учителю следует сначала разъяснить учащимся своеобразие физиологического процесса всасывания, а затем продемонстрировать соответствующие опыты.

При изучении нового материала опыты могут быть использованы так, чтобы наблюдения, проводимые во время опыта, давали конкретный материал для разъяснения новых физиологических понятий. Правильно поставленный опыт должен дать учащимся возможность самостоятельного построения как индуктивных, так и дедуктивных умозаключений.

Приводим пример использования демонстрации опытов со спинномозговой лягушкой на уроке по теме «Физиология спинного мозга». После повторения материала по строению спинного мозга преподаватель сообщает учащимся тему урока и указывает, что значение спинного мозга будет выяснено при помощи опытов.

В опытах с лягушкой, демонстрируемых преподавателем, учащиеся наблюдают, что лягушка сгибает ту лапку, на которую кладется бумажка, смоченная кислотой, но после разрушения спинного мозга этой ответной реакции на раздражение окончаний центrostремительных нервных волокон, находящихся в коже, не наблюдается. На основании этих опытов учащиеся делают вывод, что ответные реакции на раздражение кожи осуществляются только при помощи центральной нервной системы.

Далее преподаватель дает определение рефлекса, рефлекторного движения и, используя схематическое изображение простейшей рефлекторной дуги, объясняет учащимся, что происходит в нервной системе во время рефлекса.

Закончив объяснение и проверив степень усвоения учащимися новых понятий, преподаватель ставит перед учащимися

новую задачу — выяснить, будет ли осуществляться рефлекс при выключении какой-либо части рефлекторной дуги?

Преподаватель удаляет с одной из задних лапок лягушки кожу, т. е. выключает из дуги кожно-мышечного рефлекса окончания центrostремительных нервных волокон, и продельывает опыт с раздражением этой лапки кислотой и шипком. Учащиеся отмечают, что ответной реакции в данном случае не наблюдается. Если же положить бумажку, смоченную кислотой, на другую лапку, где кожа сохранена, то рефлекс осуществляется. Затем преподаватель разрушает у лягушки спинной мозг и повторяет опыты с раздражением обеих лапок. Учащиеся наблюдают, что после разрушения спинного мозга ответная реакция на раздражение кожи не осуществляется.

На основании этих опытов учащиеся делают вывод, что рефлекс осуществляется только в том случае, если целы все части рефлекторной дуги.

Далее, путем беседы, используя данные опыта, учитель выясняет защитное значение рефлекторных движений лягушки, наблюдаемых в опыте, и роль нервной системы во взаимосвязи организма с внешней средой.

На данном уроке непосредственные наблюдения физиологических явлений сочетаются с логическими обобщениями аналитического и синтетического порядка. Так, на основании наблюдений целого ряда явлений в опытах со спинномозговой лягушкой у учащихся формируется понятие о рефлексе и о значении спинного мозга (индукция).

Применяя общие понятия о рефлексе и о рефлекторной дуге к объяснению отдельных фактов, наблюдаемых в опыте с выключением частей рефлекторной дуги, учащиеся используют метод дедуктивного мышления.

При размышлении учащихся над опытами возможно и обратное соотношение индукции и дедукции. Например, опыт с желудочным соком имеет цель установить, при каких условиях фермент пепсин расщепляет белки до пептонов. При постановке этого опыта учащиеся исходят из общего известного им положения о том, что желудочный сок является пищеварительным соком, действующим на белки. В опыте учащиеся разрешают частные задачи, приводящие их к более углубленному познанию общего, т. е. пищеварительного значения желудочного сока.

Во время проведения опытов (демонстрационных или лабораторных) преподаватель является организатором и руководителем процесса наблюдения. Он должен учить учащихся «смотреть» и «видеть». Достигается это путем мобилизации внимания учащихся, путем постановки цели опыта, привлечения учащихся к определению условий эксперимента, к обобщению наблюдений. Большое значение при этом имеет краткая запись условий и хода опыта, сопровождаемая зарисовками, и запись выводов и обобщений. Необходимо также приучать учащихся к точному

устному описанию виденного в опыте. В некоторых случаях возможно применение (в качестве домашнего задания) письменных отчетов о проделанных в классе опытах. В классе при активном участии учащихся может быть составлен план для отчета. Отчеты тщательно проверяются и оцениваются преподавателем. Проведение 3—4 таких работ в течение года значительно повышает культуру труда учащихся и содействует развитию их внимания, наблюдательности, умению точно выполнять работу, правильно обобщать и толково описывать.

При выполнении лабораторных работ по анатомии и физиологии человека учащиеся получают элементарные навыки экспериментирования, умение обращаться с различными приборами, инструментами и реактивами.

---

## **ОРГАНИЗМ КАК ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ**

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И ДЕМОСТРАЦИИ, ТРЕБУЕМЫЕ ПРОГРАММОЮ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

1. Рассматривание под микроскопом клеток слизистой оболочки рта человека (см. раб. 1).
2. Рассматривание поверхностного эпителиального слоя кожи лягушки (см. раб. 2).
3. Рассматривание под микроскопом нервной ткани.
4. Демонстрация рефлекса на лягушке (см. раб. 7).
5. Наблюдение коленного и мигательного рефлекса.

### **Работа 1. Приготовление препарата и рассматривание под микроскопом клеток слизистой оболочки рта человека**

*Цель* — дать конкретное представление о строении тканевой клетки тела человека.

Работа указана программой как обязательная.

Материал и оборудование: 1) микроскоп; 2) предметное и покрывное стекла; 3) скальпель (весь металлический) или чайная ложка; 4) препаровальная игла; 5) вода; 6) чернила (лучше красные); 7) стеклянная палочка; 8) раствор марганцовокислого калия; 9) часовое стекло или маленькое блюдечко.

**Методика и техника работы.** Для окрашивания препарата готовится краска следующим образом: на часовое стекло при помощи стеклянной палочки помещается 7—8 капель чистой воды и прибавляется одна капля обыкновенных чернил. Необходимо брать чистые чернила, которые до работы хранятся закрытыми. Когда чернила берутся из школьных чернилниц, стоящих открытыми, то рассмотрению препарата под микроскопом мешают крупные пылевые частицы, попадающие с чернилами. Капля чернил при помощи стеклянной палочки тщательно смешивается с водой. Капля подкрашенной чернилами воды при помощи стеклянной палочки переносится на предметное стекло. Затем берется скальпель, на ручке которого не должно быть никаких зазубрин. Ручка скальпеля дезинфицируется в растворе марганцовокислого калия и вносится в рот. Держа скальпель за тот конец, на котором находится лезвие, ручкой его следует



поскоблить внутреннюю поверхность щеки. Маленький комочек слизи («оскребок»), который окажется на ручке скальпеля, следует при помощи препаровальной иглы поместить в каплю подкрашенной воды, заранее приготовленной на предметном стекле.

Капля подкрашенной воды с клетками эпителиальной ткани покрывается покровным стеклом. Препарат рассматривается сначала при малом, а затем при большом увеличении. Для рассмотрения выбираются клетки правильной формы; в поле зрения наблюдателя иногда попадаются клетки разорванные или помятые: их рассматривать при большом увеличении не следует.

Под микроскопом следует рассмотреть ядро, протоплазму и оболочку. В протоплазме около ядра хорошо заметна зернистость. Снаружи тканевая клетка покрыта уплотненным слоем, который мы различаем в виде тонкого контура клетки (рис. 1).

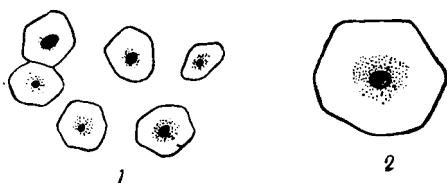


Рис. 1. Эпителиальные клетки из ротовой полости человека.

1 — при малом увеличении; 2 — при большом увеличении.

Этот слой очень изменчив по своему строению и составу, он проницаем для одних веществ и непроницаем для других. Через этот слой происходит поглощение клеткой растворимых питательных веществ, кислорода и выделение продуктов жизнедеятельности клетки.

Опыт работы советской школы показал, что при оз-

накоплении учащихся с микроскопическим строением организма учитель достигает хороших результатов в том случае, если он ведет эту работу по следующему плану.

1) Изложение учебного материала учителем, сопровождаемое зарисовкою на доске или демонстрацией соответствующих таблиц;

2) рассматривание учащимися изучаемого микрообъекта в микроскоп;

3) зарисовка учащимися изученного микрообъекта в тетрадях.

При наличии в школе 10—20 микроскопов учащиеся сами готовят препарат, рассматривают его под микроскопом и зарисовывают.

При отсутствии необходимого для практической работы количества микроскопов временный микропрепарат готовится на глазах учащихся, которые затем и рассматривают его под микроскопом в порядке очереди.

В конце урока, когда станет ясно, что учащиеся хорошо усвоили строение животной клетки, необходимо вывесить хорошую цветную таблицу с изображением растительной клетки, содержащей хлорофильные зерна и большое количество клеточного сока, и предложить учащимся вспомнить строение расти-

тельной клетки, сравнить растительную клетку с животной, выделив как общее в их строении, так и отличия.

Нахождение общего в строении растительной и животной клетки имеет большое значение для формирования научного материалистического мировоззрения. Общее в строении растительной и животной клетки (наличие ядра, протоплазмы) показывает учащимся родство между животными и растительными организмами, единство всего живого.

При первом же ознакомлении учащихся с животной клеткой необходимо указать, что живое вещество в организме имеет как клеточное, так и неклеточное строение.

В ы в о д ы. Животная клетка имеет те же главные составные части, которые имеются и в растительной клетке (ядро, протоплазма и оболочка). Однако в животной клетке большое количество клеточного сока встречается очень редко (клетки хорды) и кроме того отсутствует обособленная оболочка из клетчатки, характерная для растительной клетки.

## **Работа 2. Рассматривание поверхностного эпителиального слоя кожи лягушки**

*Цель* — дать конкретное представление об особенностях строения эпителиальной ткани, связанных с ее функцией.

Работа указана программой как обязательная.

**Материал и оборудование:** 1) эпителиальные пленки лягушки; 2) см. работу 1, кроме скальпеля и марганцовокислого калия.

**Методика и техника.** При первом знакомстве с эпителиальной тканью следует показать, каков внешний вид этой ткани при рассматривании ее невооруженным глазом. Удобным объектом для этого являются те эпителиальные пленки, которые сбрасывает с поверхности кожи лягушка, если она день-два сидит в банке с малым количеством воды.

Эти тонкие, нежные, почти прозрачные пленки нужно осторожно пинцетом вынуть из воды и положить на часовое стеклышко с водой (или в блюдечко с водой). Часовое стекло с пленками желательно поставить на каждую парту, чтобы дать учащимся возможность рассмотреть эту пленку и описать ее внешний вид. После макроскопического изучения этой ткани следует приступить к разъяснению ее микроскопического строения и к рассмотрению микроскопического препарата, приготовленного самими учащимися или учителем.

Препарат поверхностного слоя эпителия, покрывающего кожу лягушки, готовится следующим образом: кусочек пленки кладется на часовое стекло или на блюдечко с разведенными чернилами (приготовление красок см. в раб. 1, стр. 15), откуда через 1—2 минуты при помощи иглы переносится в каплю чистой воды

на предметное стекло. Пленка тщательно расправляется иглами так, чтобы она лежала одним слоем, без складок и морщин. Для облегчения работы по расправлению кусочек надо брать минимальной величины, не более четверти квадратного сантиметра. Расправленную в воде пленку покрывают покровным

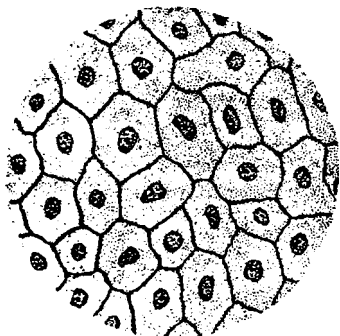


Рис. 2. Поверхностный слой эпителия, покрывающего кожу лягушки.

стеклом. При наличии в классе 1—2 микроскопов препарат следует демонстрировать только при большом увеличении. Под микроскопом хорошо видно, что клетки эпителиальной ткани плотно прилегают друг к другу, образуя сплошной клеточный пласт (плотную пленку) (рис. 2).

**Вывод.** Эпителиальная ткань отличается обилием клеток и незначительным количеством живого межклеточного вещества. Клетки эпителиальной ткани плотно прилегают друг к другу, образуя плотную пленку. Подобное строение эпителиальной ткани тесно связано с ее функцией. Функция эпителиальной

ткани, расположенной на поверхности тела, — покров, защита, а функция эпителиальной ткани, выстилающей поверхность внутренних полостей различных органов (желудок, кишки и др.), — покров и всасывание.

### Работа 3. Приготовление препарата хрящевой ткани и рассматривание его под микроскопом

**Цель** — дать конкретное представление о строении хрящевой ткани, продемонстрировать единство формы и функции.

Демонстрация хрящевой ткани, имеющей большое количество межклеточного вещества, является желательной, так как на примере этой ткани весьма наглядно можно показать учащимся, что в организме имеется большое количество живого неклеточного вещества.

**Материал и оборудование:** 1) живая или усыпленная лягушка; 2) инструменты для вскрытия; 3) препаровальная игла; 3) безопасная бритва; 4) два часовых стекла или небольших блюдецка; 5) чернила; 6) вода; 7) стеклянная палочка; 8) микроскоп; 9) предметное и покровное стекла.

**Методика и техника.** У живой лягушки до урока разрушают препаровальной иглой головной и спинной мозг и отрезают задние конечности. Отрезать надо выше тазобедренного сустава, чтобы головка бедренной кости не осталась при туловище. С задней конечности лягушки снимают кожу и удаляют с бедра

мышцы. Головку бедренной кости освобождают от суставной сумки. С хряща, покрывающего головку бедренной кости, бритвой срезают тонкие пластинки и кладут их в разведенные фиолетовые чернила (приготовление краски см. в раб. 1, стр. 15). После окраски наиболее тонкие срезы промывают в воде и рассматривают в капле воды под покровным стеклом. Срез должен быть очень тонкий, так как только при наличии этого условия можно продемонстрировать, что между клетками хрящевой ткани находится большое количество межклеточного вещества (рис. 3).

Методические указания к изучению в школе микроскопического строения организма указаны выше на стр. 17.

При изучении хрящевой ткани следует, согласно учению проф. О. Б. Лепешинской, подчеркнуть, что в организме имеются не только клетки, но и большое количество неклеточного живого вещества. Временные препараты свежего

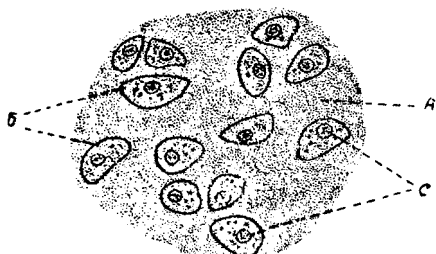


Рис. 3. Суставный хрящ лягушки под микроскопом.

А — межклеточное вещество; Б — клетки  
С — ядра.

хряща могут быть приготовлены до урока при помощи учащихся-ассистентов. На уроке препараты демонстрируются учащимся под микроскопом; при большом количестве микроскопов может быть поставлена практическая работа.

Вывод. Хрящевая ткань, относящаяся к группе опорных соединительных тканей, имеет большое количество твердого упругого живого межклеточного вещества, в котором разбросаны заключенные в капсулы живые клетки. Особенности строения этой ткани тесно связаны с особенностями ее функции.

#### **Работа 4. Приготовление препарата поперечнополосатой мышечной ткани и рассматривание его под микроскопом**

**Цель** — дать конкретное представление о том, что мышца состоит из тончайших волокон, имеющих весьма сложное строение, показать единство формы и функции.

##### *Первый вариант*

**Материал и оборудование:** 1) свежееотрезанные задние лапки лягушки; 2) микроскоп; 3) предметное и покровное стекла; 4) ножницы; 5) скальпель; 6) две препаровальные иглы; 7) физиологический раствор NaCl 0,65%; 8) стеклянная палочка; 9) 1% уксусная кислота.

**Методика и техника.** Ознакомление с внешним и внутренним строением мышц можно провести с использованием задней

конечности лягушки. За несколько минут до урока необходимо разрушить иглой головной и спинной мозг у 6—8 лягушек, отрезать у них задние лапки и снять с лапок кожу. Подготовленные таким образом конечности раздать учащимся на столы. Учащиеся рассматривают мышцы бедра и голени. Под руководством учителя находят икроножную мышцу лягушки на задней стороне голени. Подведя под тело икроножной мышцы скальпель или одно из лезвий ножниц, учащиеся ведут его под длинное сухожилие, постепенно отделяя сухожилие от кости; наконец, длинное сухожилие совсем перерезается. Взяв пинцетом конец длинного сухожилия, учащиеся убеждаются, что на другом конце икроножная мышца двумя короткими сухожилиями прикрепляется к бедренной кости. Затем внимание учащихся обращается на блестящую оболочку, покрывающую мышцу. Раздвинув мышцы задней стороны бедра, учащиеся находят нерв. В результате рассматривания мышц задней конечности лягушки выясняется, что мышца — сложный орган, в основном состоящий из мышечной ткани, но включающий соединительную ткань, нервы и кровеносные сосуды.

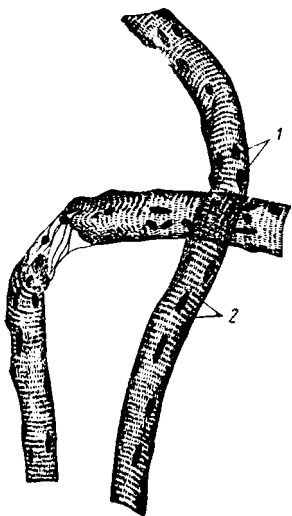


Рис. 4. Поперечнополосатое мышечное волокно под микроскопом.  
1 — ядра; 2 — поперечная исчерченность.

После рассмотрения внешнего строения мышцы учащимся предлагается вырезать кусочек мышцы, положить его на край предметного стекла и при помощи препаровальных игл растереть его на стекле. Кусочек мышцы легко распадается на тончайшие волокна. Временный препарат поперечнополосатых мышечных волокон готовится следующим образом: несколько волокон помещаются на предметное стекло в каплю физиологического раствора и покрываются покровным стеклом. При рассматривании препарата под малым увеличением можно видеть не только отдельные мышечные волокна, но и их поперечную исчерченность. После прибавления под покровное стекло капли 1% уксусной кислоты выступают блестящие палочковидные ядра, находящиеся в каждом мышечном волокне в большом количестве (рис. 4). Работа заканчивается схематичной зарисовкой учащимися строения волокна скелетной мышцы.

**Выводы.** Скелетные мышцы состоят из волокон. Волокно скелетной мышцы отличается от клетки тем, что в протоплазме его находится много ядер и тончайшие волокна — мышечные фибриллы, обладающие свойством сокращаться. Особенности

строения волокон скелетной мышцы (большая длина и наличие фибрилл) тесно связаны с функцией мышечной ткани.

**Примечание.** Изучение микроскопического строения скелетных мышц возможно осуществить не в теме «Организм как единое целое», а в теме «Мышцы». Преимущество такого распределения учебного материала заключается в том, что изучение ткани не отрывается от изучения того органа, в состав которого она входит. Описанный нами вариант работы, когда учащиеся от изучения внешнего строения длинной скелетной мышцы переходят к изучению микроскопического строения мышечной ткани, может быть рекомендован как практическая работа учащихся на уроке. При наличии в классе 1—2 микроскопов учащиеся сами готовят препараты; лучшие из них учитель демонстрирует всему классу.

### *Второй вариант*

**Материал и оборудование:** 1) небольшие кусочки хорошо разваренной говядины (по кусочку на каждую парту); 2) готовый гистологический препарат поперечнополосатого мышечного волокна; 3) две препаровальные иглы (на каждую парту); 4) предметное стекло, на которое кладется кусочек разваренного мяса; 5) микроскоп.

**Методика и техника.** Учащимся предлагается при помощи препаровальных игл разделить кусочек мяса на волокна. Эта простая практическая работа убеждает учащихся в том, что мышца состоит из тончайших волокон. Необходимо объяснить учащимся, что в живой мышце волокна плотно прилегают друг к другу; при варке мяса вещество, находящееся между волокнами, разваривается, в результате чего волокна легко отделяются друг от друга.

Затем учитель объясняет строение поперечнополосатого мышечного волокна, сопровождая свое объяснение схематическим рисунком на доске, и, наконец, демонстрирует под микроскопом готовый гистологический препарат поперечнополосатого мышечного волокна. Учащимся предлагается при рассмотрении препарата найти все характерные особенности строения волокна скелетной мышцы.

В зависимости от условий оборудования (наличия или отсутствия лягушек, уксусной кислоты, готового препарата) учитель может использовать первый или второй вариант практической работы или демонстрации строения волокон скелетной мышцы.

**Выводы.** См. первый вариант на стр. 19.

## **Работа 5. Регенерация плавников у рыб**

**Цель** — показать свойство живых организмов восстанавливать разрушенные ткани и органы.

**Материал и оборудование:** 1) аквариум с небольшой рыбкой (карась или др.); 2) острые ножницы; 3) чистое полотенце; 4) маленький сачок.

### *Первый вариант*

**Методика и техника.** Маленьким сачком рыбка вынимается из аквариума и держится в левой руке при помощи полотенца.

Острыми ножницами у рыбки отрезается один из плавников; рыба сейчас же опускается в аквариум.

Интересен такой опыт: у одной рыбы плавник (например, хвостовой) отрезается до основания, у другой — близ вершины. У первой отрастание плавника будет идти заметно быстрее, чем у второй. Очевидно, здесь мы встречаемся с обычным явлением: молодая ткань (у основания плавника) регенерирует быстрее, чем более старая ткань (у вершины плавника). Позднее и у первой рыбки отрастание плавника будет замедляться.

### *Второй вариант*

У одной рыбы отрезаются все плавники. Ведется наблюдение за тем, какие плавники отрастают быстрее.

Кормить рыб следует ежедневно, утром, в определенный час маленькими кусочками дождевых червей, сырым скобленным мясом, личинками мотыля.

**Вывод.** Свойство организма восстанавливать поврежденные ткани и органы имеет большое значение. Оно обеспечивает заживление поврежденных органов (кожа, мышцы и др.).

**Примечание.** Постановка описанных опытов рекомендуется для кружка юных физиологов или юных зоологов. Наблюдение сопровождается зарисовкою с натуры постепенного отрастания плавников. Для ускорения и большей точности зарисовки рекомендуется вырезать из тонкого картона форму тела рыбы без плавников. При зарисовке наблюдений этот контур каждый раз обводится карандашом, а отрастающие плавники зарисовываются с натуры.

## **Работа 6. Регенерация конечностей и хвоста у аксолотля**

**Материал и оборудование:** 1) аксолотль в возрасте от 5 до 8 месяцев; 2) острые ножницы; 3) полотенце; 4) крепкий раствор марганцовокислого калия; 5) небольшой водный сачок.

**Методика и техника.** Для опыта лучше взять животных в возрасте от 5 до 8 месяцев. Аксолотль вынимается из воды сачком и берется при помощи полотенца в левую руку. Правой рукой быстро отрезается острыми ножницами лапка или кончик хвоста аксолотля. Животное помещается в банку с чистой водой без песка (о содержании аксолотлей см. стр. 166).

Необходимо следить, чтобы на месте операции не появился грибок. При появлении грибного налета ранку следует смочить концентрированным раствором марганцовокислого калия.

Наблюдать восстановление ампутированной части, производя зарисовки раз в неделю. Отметить, через сколько времени произойдет полное восстановление.

**Примечание.** Опыт рекомендуется для проведения в кружке юных физиологов или юных зоологов.

## Работа 7. Демонстрация рефлекса на лягушке

**Цель** — дать первое понятие о рефлексе.

Опыт указан программой как обязательный.

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) ножницы; 3) пинцет; 4) препаровальная игла; 5) штатив; 6) пробка; 7) полотенце; 8) булавка; 9) стакан с водой.

**Методика и техника.** В теме «Организм как единое целое» опыт демонстрируется в наиболее простом варианте.

До урока у лягушки при помощи препаровальной иглы разрушается головной мозг. Удаление головного мозга путем отрезания верхней части головы в данном варианте опыта делать не рекомендуется.

За челюсти лягушка подвешивается к крючку штатива или прикалывается булавкой к пробке, зажатой в зажиме штатива (рис. 5).

Лягушка оmyвается водой до головы, для чего к ней подносится снизу стакан с водой. Это купание лягушки следует производить несколько раз в течение опыта, чтобы кожа ее не высыхала. Таким же способом смывается кислота. Сзади штатива поставить белый экран (вертикально укрепленный лист картона, обклеенный белой бумагой).

При наличии деревянного штатива к верхнему концу его можно приколоть в виде белого экрана листок рисовальной бумаги (примерно в формат тетрадной страницы). Булавка, на которой висит лягушка, вкалывается в верхней части этого листка, в результате чего лягушка проектируется классу на экран, а не на воздухе. Такая постановка опыта повышает его демонстративность и не вызывает, как иногда случается, у учащихся аналогии с виселицей.

Необходимо выждать, когда движения лягушки, вызванные раздражением челюсти, прекратятся и она будет висеть спокойно.

Пинцетом слабо ущипнуть пальцы на одной из задних лапок лягушки и наблюдать ответную реакцию. Повторить раздражение 2—3 раза, чтобы дать учащимся возможность наблюдать,

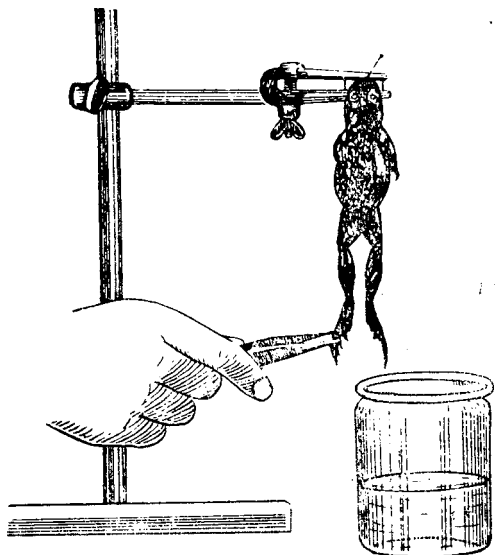


Рис. 5. Демонстрация рефлекса на лягушке.



что каждый раз при раздражении кожи лягушка отвечает движением, т. е. сокращением определенных мышц.

Разрушить при помощи иглы спинной мозг лягушки, повторить опыт с нанесением раздражения на кожу лягушки и дать возможность учащимся наблюдать, что после разрушения спинного мозга лягушка уже не отвечает на раздражение кожи. На основании этого опыта учащиеся приходят к выводу, что ответ-

ные реакции лягушки на раздражение кожи осуществляются при участии центральной нервной системы.

Преподавателю необходимо дать определение рефлекса и объяснить, что происходит в нервной системе во время рефлекса. Поскольку в начале учебного года учащиеся еще не имеют знаний о строении спинного мозга, то при объяснении рефлекса следует использовать схематическое изображение двухнейронной рефлекторной дуги (рис. 6). При объяснении следует подчеркнуть, что

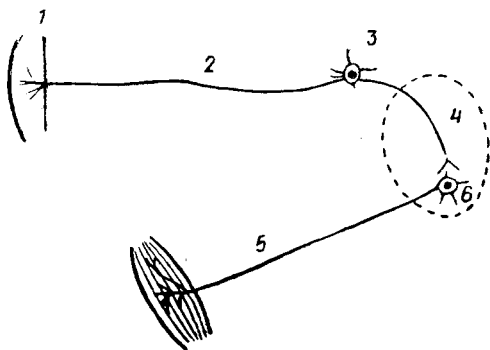


Рис. 6. Упрощенная схема 2-нейронной рефлекторной дуги.

1—нервные окончания в коже; 2—длинный отросток нервной клетки; 3—нервная клетка; 4—серое вещество спинного мозга; 5—длинный отросток нервной клетки, оканчивающийся разветвлением в мышце.

при помощи нервной системы осуществляется связь между кожей и мышцами. Деятельность мышцы вызывается возбуждением, поступившем в нее от воспринимающих нервных окончаний кожи через центральную нервную систему.

**Вывод.** Рефлекс—это ответная реакция организма, осуществляемая при участии нервной системы. При помощи рефлексов регулируется деятельность каждого органа и осуществляется объединение деятельности всех органов тела.

**Примечание.** Рефлекс может быть понят учащимися только в том случае, если они имеют конкретные представления о свойствах нерва, а поэтому перед демонстрацией рефлекса на лягушке полезно показать наиболее простой вариант опыта на тему: «Свойства нерва» (раб. 59).

## КОСТНО-МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

### ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И ДЕМОНСТРАЦИИ, ТРЕБУЕМЫЕ ПРОГРАММОЮ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

1. Скелет и отдельные части скелета человека и животных (см. раб. 8).
2. Демонстрация распилов костей (см. раб. 9).

3. Декальцинирование и прокаливание костей (см. работы 10 и 11).

4. Шлиф кости под микроскопом.

5. Вскрытый сустав крупного млекопитающего животного (см. работу 14).

6. Сокращение мышцы при раздражении нерва (непрямое раздражение) (см. работу 15).

7. Определение силы мышц учащихся при помощи динамометра.

## **Работа 8. Скелет и отдельные части скелета человека и животных**

*Цель* — показать особенности строения отдельных частей скелета в связи с их функциями, особенности строения скелета человека, связанные с его трудовой деятельностью, установить сходство в строении скелета человека и других позвоночных животных.

Работа указана программой как обязательная.

*Материал и оборудование:* 1) смонтированный скелет человека (или крупная таблица); 2) на группу учащихся: отдельные позвонки из шейного, грудного, поясничного отделов, грудная кость, ребра, лопатка, скелет руки и скелет ноги; 3) часть позвоночника какого-либо животного (баран, свинья) со всеми мускулами и связками; 4) череп человека в продольном и поперечном разрезе или таблицы черепа в разных положениях, с четко очерченными границами отдельных костей черепа; 5) скелеты позвоночных животных.

Позвонки и ребра человека можно заменить костями взрослых млекопитающих животных. Позвоночник млекопитающего (овца, свинья) следует выварить, очистить позвонки от мяса и связок, высушить их и пропунговать.

*Методика и техника.* Учащимся предлагается рассмотреть сбоку скелет человека и скелет позвоночного животного и определить направление и форму их позвоночников. Направление и форма позвоночника человека графически изображается учителем на доске, а учащимися в тетрадях. Особенности строения позвоночника человека (вертикальное положение и наличие изгибов) рассматриваются в связи с трудовой деятельностью человека.

Далее следует произвести расчленение позвоночника на части. Отметив, что позвоночник состоит из отдельных позвонков, следует изучить типичное строение позвонка. Под руководством учителя учащиеся должны найти на розданных им позвонках тело, дугу, образующую позвоночное отверстие, отростки позвонков. Строение позвонка необходимо зарисовать.

Необходимо предложить учащимся сложить 2—3 позвонка и посмотреть, как из отдельных позвонков складывается позвоночник, найти те места, которыми они прилегают друг к другу,

и определить, что образуется внутри позвоночника из отверстий отдельных позвонков.

На свежем позвоночнике животного следует показать, что в канале, образованном дугами позвонков, расположен спинной мозг, и выяснить, какое это имеет значение. На этом же позвоночнике животного следует показать, как и чем соединены позвонки друг с другом (прочные связки) и почему остистые отростки, так сильно выдающиеся на скелете и на отдельных позвонках, на теле видны лишь в виде небольших бугорков. Необходимо отпрепарировать хотя бы с одной стороны сильный мускульный тяж, лежащий между остистыми и поперечными отростками, а также показать межпозвоночные хрящи.

Путем самонаблюдений учащихся следует определить степень подвижности различных отделов позвоночника.

Предложить всем учащимся наклонить голову вперед и назад, не сгибая шеи. Объяснить, что это движение происходит в суставе между первым позвонком и черепом, показать на черепе и на первом позвонке те суставные поверхности, между которыми происходит наблюдаемое движение.

Предложить учащимся сделать легкое поворачивание головы вправо и влево и объяснить, что это движение происходит между первым и вторым шейными позвонками. Показать эти позвонки, выяснить особенности их строения и продемонстрировать возможность поворота первого позвонка вокруг зубовидного отростка второго.

Предложить всем учащимся одновременно по знаку учителя произвести сильное поворачивание головы вправо и влево, наклон вперед и назад, направо и налево и объяснить, что эти движения совершаются между шейными позвонками. Определить большую подвижность шейной части, выяснить биологическое значение этого факта и показать особенности строения шейных позвонков, связанные с особенностями функции шейной части позвоночника. Затем следует определить ограниченность движения в грудной части, наличие обширных и разнообразных движений в поясничной части.

С этой целью следует предложить одному из учащихся встать перед классом (в одежде) и, положив руки на пояс, при неподвижном положении ног и таза произвести сгибание тела вперед и назад, отведение вправо и влево, поворот вправо и влево. Выяснение значения обширных и разнообразных движений в поясничной части сопровождается рассмотрением особенностей строения грудных и поясничных позвонков, связанных с особенностями функции каждого из отделов позвоночника. Следует обратить внимание на массивность тела, на величину и направление остистых отростков и научить учащихся распознавать по внешнему виду шейные, грудные и поясничные позвонки. Неподвижность крестца и прочное соединение его

с тазом следует показать на скелете, установив при этом тесную зависимость между строением тазового пояса и его функцией. Используя описанные выше методические приемы (сочетание изучения характера движения путем самонаблюдения с изучением строения отдельных частей скелета); следует разобрать все другие отделы скелета.

**Грудная клетка.** Ознакомление со строением грудной клетки следует дать на монтированном скелете. Строение ребер лучше всего изучить с использованием раздаточного материала (ребра человека или млекопитающих животных).

Движения грудной клетки предложить учащимся проследить дома, наблюдая в зеркале характер движений обнаженной грудной клетки во время вдоха и выдоха; рекомендуется понаблюдать и за движением одного какого-либо ребра.

**Скелет конечностей.** Изучение скелета конечностей следует вести вместе с изучением их поясов — на натуральных объектах.

Основная задача: сравнить скелет верхних и нижних конечностей, сравнить их движения и их роль в жизни и в трудовой деятельности человека, установить тесную зависимость между строением скелетов конечностей и их функциями. Обратить особое внимание учащихся на особенности строения кисти и стопы человека, связанные с вертикальным положением и его трудовой деятельностью.

**Череп.** При изучении строения черепа необходимо добиться, чтобы учащиеся могли найти и показать кости не только на черепе, но и на своей голове. Необходимо обратить особое внимание на особенности строения черепа человека (сильное развитие черепной коробки), связанные с его трудовой деятельностью и с развитием головного мозга.

Изучение скелета человека заканчивается сравнением его со скелетом позвоночных животных, в результате чего устанавливается сходство между ними и выясняются особенности строения скелета человека, связанные с его трудовой деятельностью.

## **Работа 9. Демонстрация распилов костей**

**Цель** — дать конкретное представление о строении длинных костей и показать взаимосвязь между строением и функцией костей.

Демонстрация распилов обязательна.

**Материал и оборудование:** 1) поперечные и продольные распилы свежих трубчатых костей молодых млекопитающих животных (кости теленка или барана); 2) пила-ножовка или обыкновенная поперечная пила с некрупными зубцами; 3) тиски; 4) щетка; 5) скальпель или нож.

Подготовка материала к работе производится следующим образом.

Свежие трубчатые кости при помощи жесткой щетки освобождаются от мяса, обмываются в воде и тщательно обти-

раются. Из этих костей к уроку готовятся свежие поперечные и продольные срезы, для чего кости зажимаются в тиски. Рекомендуется брать кости молодых животных, так как кости старых животных труднее распиливать.

**Методика и техника.** На группу учащихся следует выдать продольный и поперечный распилы свежей трубчатой кости.

Учащимся предлагается сначала рассмотреть наружную поверхность длинной кости и найти на концах ее хрящ и места прикрепления мышц и связок.

Свойства хряща следует определить путем ощупывания его поверхности и резания ножом. Следует предложить учащимся описать свойства хряща (цвет, характер поверхности, степень твердости, упругости), а затем разъяснить им значение суставных хрящей, подчеркнув единство формы и функции данной ткани.

Обратить внимание учащихся на тонкую, но плотную пленку, покрывающую всю кость за исключением суставных поверхностей.

Для того чтобы учащиеся могли убедиться в том, что надкостница плотно присоединена к кости, предложить попробовать отделить ее от поверхности кости, используя для этого нож или ланцет.

Затем учащимся предлагается на продольном разрезе рассмотреть стенки кости (плотное костное вещество), определить разницу в толщине плотного костного слоя на концах кости и в трубчатой части ее, рассмотреть губчатое костное вещество на концах кости, найти канал и костный мозг, заполняющий как полость кости, так и все промежутки между пластинками губчатого костного вещества.

При объяснении значения твердого костного вещества, хряща, надкостницы, костного мозга преподавателю необходимо обратить внимание учащихся также и на значение трубчатого строения кости и на расположение костных пластинок губчатого вещества, обеспечивающего прочность кости, а также дать понятие о кости, как о живом органе, снабженном кровью и нервами. Полезно упомянуть и о заболеваниях костей (туберкулез, заболевание кроветворного органа — красного костного мозга).

После изучения продольного распила свежей кости учащимся предлагается рассмотреть поперечный распил и самостоятельно описать то, что видят на нем.

Работа по изучению строения трубчатой кости заканчивается схематичной зарисовкой виденного.

**Вывод.** Кость представляет собою сложный орган. Строение каждой кости находится в зависимости от ее функции. Заболевание костей сказывается на состоянии всего организма.

## Работа 10. Получение минерального вещества кости

### Первый вариант

**Цель** — познакомить учащихся с составом костного вещества и свойствами минеральной части его.

Опыт указан программой как обязательный.

**Материал и оборудование:** 1) мелкая косточка (реберная кость крупной рыбы, бедренная кость лягушки); 2) кусочек тонкой мягкой железной проволоки длиной 20—25 см или пинцет; 3) спиртовка; 4) 30%-й раствор соляной кислоты; 5) 2 пробирки.

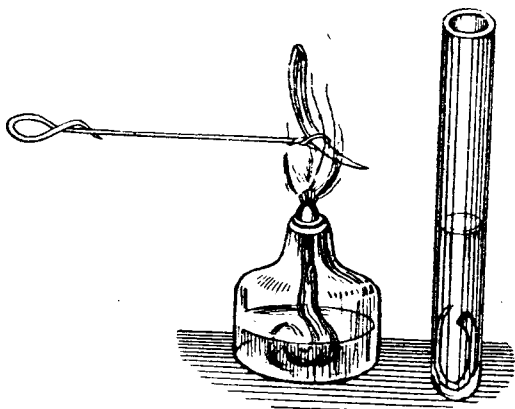


Рис. 7. Прокаливание кости. Кость в кислоте.

**Методика и техника.** Кость, захваченная пинцетом или обмотанная одним концом проволоки, вводится в пламя спиртовой лампы (рис. 7). Спиртовку можно заменить примусом, свечой или таблеткой сухого спирта.

При прокаливании следует наблюдать за горением кости, за изменением ее цвета (почернение и побеление). Когда кость перестанет издавать неприятный запах и побелеет вследствие полного сгорания органического вещества, то прокаливание прекратить.

После охлаждения изучить свойства прокаленной кости, которая при прикосновении к ней рассыпается (твердость и хрупкость).

Собрать оставшуюся после прокалывания костную золу и положить в пробирку, куда налить 30%-й соляной кислоты. Наблюдать растворение костной золы в кислоте, которое сопровождается легким шипением и выделением пузырьков углекислого газа, получающегося при действии кислоты на кальциевые соли минерального остатка кости.

**Выводы.** В кости есть горючее содержащее углерод органическое вещество. После прокаливания кости остается неорганическая часть ее. Свойства неорганической части: твердость, хрупкость, растворимость в кислоте.

### *Второй вариант*

**Материал и оборудование:** 1) осколки костей крупных млекопитающих животных, кости кролика или курицы; 2) небольшой кусок металлической сетки или железного листа; 3) 30%-й раствор соляной кислоты; 4) стакан.

Необходимо брать кости старых животных, так как кости молодых животных содержат меньшее количество неорганического вещества.

**Методика и техника.** Кости для опыта предварительно обжигаются в печке на раскаленных углях. Чтобы кость можно было вынуть из печки без нарушения ее целости, необходимо ее обжигать на куске металлической сетки или на железном листе. На обожженных костях следует показать твердость, хрупкость (кости легко ломаются) и растворимость минеральной части кости. При опускании обломков крупной прокаленной кости в стакан с кислотой наблюдается сильное шипение и выделение большого количества пузырьков.

**Примечание.** Первая часть опыта, т. е. прокаливание осколков костей крупных животных, может быть проделана учащимися дома в порядке выполнения домашнего задания.

Вторая часть опыта (исследование свойств прокаленной кости и растворение ее в кислоте) должна быть проделана в классе (демонстрационный опыт учителя или практическая работа учащихся).

## **Работа 11. Получение органического вещества кости**

**Цель** — познакомить учащихся с составом костного вещества и со свойствами его органической части (оссеина).

Опыт указан в программе как обязательный.

**Материал и оборудование:** 1) рыбья кость (ребро крупной рыбы); 2) 1 пробирка 3) стакан или баночка для сливания воды и кислоты; 4) 15%-й раствор соляной кислоты; 5) вода.

**Методика и техника.** Налить в пробирку до трети 15%-й соляной кислоты. Опустить в раствор кислоты рыбью кость. В течение нескольких минут наблюдать за медленным выделением углекислого газа (рис. 7). Через полчаса вылить из пробирки соляную кислоту, хорошо промыть водой косточку и вынуть ее из пробирки.

Рассмотреть форму получившегося остатка кости, попробовать его гнуть, завязать в узел.

**Примечание.** Если для опыта взять более крупные кости, то потребуются большее количество времени для их декальцирования, т. е. удаления известковых и магнизиальных солей, растворимых в кислоте. В таком случае кости кладутся в кислоту на одном уроке, а вынимаются из кислоты, промываются и исследуются — на следующем уроке.

Наряду с лабораторной работой, желательно продемонстрировать в классе декальцинированную кость крупного млекопитающего животного, которая предварительно выдерживается в кислоте несколько дней. Концентрация раствора кислоты увеличивается в зависимости от величины кости (15—30%). Необходимо несколько раз сменить кислоту, прежде чем кость сделается мягкой. Очень наглядна демонстрация полностью декальцинированного позвонка.

**Выводы.** Работа познакомит учащихся с получением и свойствами оссеина, придающего кости прочность и упругость. Оссеин — органическое вещество, содержащееся в кости в количестве 30—40 частей на 100 частей сухой кости.

## **Работа 12. Определение твердости кости**

**Цель** — на примере изучения твердости кости показать, что свойства костей находятся во взаимосвязи с их функцией.

Рекомендуется для внеклассной работы.

**Материал и оборудование:** 1) остроугольные осколки сухой трубчатой кости; 2) самодельная шкала твердости (пластинка красной меди или медная монета, пластинка листового железа, стекло).

Необходимые для работы остроугольные осколки кости следует приготовить до урока, разбивая обухом топора или молотком хорошо высушенную трубчатую кость крупного млекопитающего животного. Самодельная шкала твердости выдается работающим в виде набора.

Твердость ногтя —	2
» меди —	3
» железа —	4
» стекла —	5

**Методика и техника.** Взять остроугольный осколок сухой трубчатой кости и определить ее твердость, руководствуясь самодельной шкалой твердости. Острым краем осколка кости следует поочередно царапать ноготь, медную пластинку, железную пластинку, стекло и наблюдать — остается ли царапина на ногте и на исследуемых пластинках. Определить, какому номеру шкалы отвечает твердость кости.

**Выводы.** Твердость кости приближается к твердости железа (около 4). Следовательно, кость тверже известняка, мрамора (твердость около 3) и многих других обычных строительных материалов. Эта твердость зависит от присутствия известковых солей, связанных оссеином. Отсюда большая прочность и сопротивляемость кости на растяжение. По Лесгафту, крепость свежего костного вещества на растяжение доходит до крепости латуни и превышает крепость цинка, а крепость на сжатие более чем вдвое превосходит твердость свинца и дерева.

Свойства костей находятся во взаимосвязи со значением их в жизни организма.



### Работа 13. Прочность кости

(По Ягдовскому)

**Цель** — дать конкретное представление о прочности длинной кости на давление.

Рекомендуется для внеклассной работы.

**Материал и оборудование:** 1) плечевая или бедренная кость барана, которая может быть заменена соответствующей птичьей костью; 2) платформа для гирь; 3) разновесы (несколько килограммов).

**Методика и техника.** Взвесить взятую кость и записать вес. Положить кость горизонтально между двумя столами так, чтобы

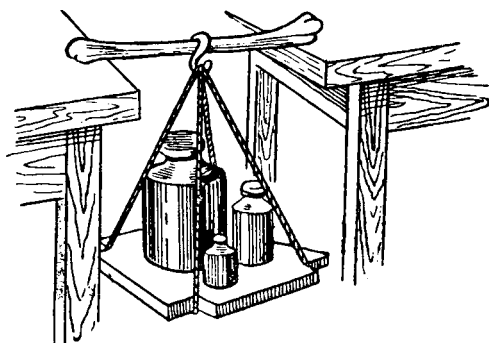


Рис. 8. Установка для демонстрации прочности кости на давление.

концы ее лежали на столах. Посередине на кость повесить деревянную платформу для гирь. На платформу кладутся гири, начиная с килограмма до тех пор, пока кость не сломается (рис. 8).

Записать вес груза, который потребовался для того, чтобы переломить кость, и сравнить его с весом самой кости.

**Выводы.** Прочность костей, составляющих скелет животного и человека, очень велика. Она достигается определенным химическим составом и строением костей.

### Работа 14. Демонстрация вскрытого сустава

**Цель** — дать учащимся конкретное представление о подвижном способе соединения костей в скелете.

Демонстрация вскрытого сустава указана программой как обязательная.

**Материал и оборудование:** 1) передняя нога крупного млекопитающего животного (овца, свинья, теленок); 2) большое блюдо или доска; 3) острый ланцет или нож; 4) ножницы; 5) пинцет; 6) полотенце; 7) скелет человека.

**Методика и техника.** Для вскрытия удобнее взять рыночные «ножки», т. е. кисть или стопу названных животных. Перед демонстрацией строения сустава в классе необходимо отпрепарировать мышцы, переходящие через изучаемый сустав. Препаровка мышц заключается в том, что при помощи ланцета разрушается соединительная ткань, соединяющая эти мышцы и их сухожилия с соседними мышцами или с костью. Мышцы только

отпрепаровываются, но не удаляются, т. е. сухожилия их, прирастающие к костям, не перерезаются. Суставная сумка, состоящая из плотной соединительной ткани, очень прочна и режется только ножом. Разрез ведется поперек сустава по средней линии его. Суставная сумка вскрывается вокруг всего сустава. При перерезке суставной сумки вокруг всего сустава кости могут не отделиться друг от друга, так как они, кроме суставной сумки, удерживаются также и суставными связками, находящимися внутри сустава. Перед демонстрацией вскрытого сустава необходимо указать на основные части, из которых состоит сустав: 1) суставные хрящи; 2) суставная сумка; 3) суставная полость.

Учащимся показывается, что через сустав переходят мышцы или их сухожилия, что содействует прочности сустава. Затем внимание учащихся обращается на вскрытую суставную полость, на жидкость, смазывающую поверхность суставных хрящей и внутреннюю поверхность суставной сумки; на гладкий блестящий хрящ, покрывающий суставные поверхности сочленяющихся костей, и на суставную сумку, удерживающую кости в суставе.

Учащимся показывается, что форма концов сочленяющихся костей соответствуют друг другу, т. е. если одна из костей имеет выступ, то другая имеет впадину, по форме и величине соответствующую этому выступу.

Наконец, перерезаются короткие внутрисуставные связки, и сочленяющиеся кости отходят друг от друга. Учащимся предлагается перечислить все те особенности в строении сустава, которые способствуют удержанию сочленяющихся костей, и те особенности, которые обеспечивают свободное движение костей в суставе. Затем следует предложить учащимся найти блоковидные суставы у себя на теле и на скелете человека и провести наблюдения за движением конечностей в блоковидных суставах.

Особенности строения шаровидного сустава и характер движения, допускаемого шаровидным суставом, разобрать на костях скелета человека. На одном из учащихся продемонстрировать характер движения в шаровидном суставе (плечевой и тазобедренный сустав), допускающем поднятие и опускание конечности, отведение и приведение ее, поворот и круговые движения.

Разбор особенностей строения и движений блоковидного и шаровидного суставов дает учителю возможность продемонстрировать единство формы и функции.

Движение в седловидном суставе можно показать на движении большого пальца руки человека.

**Выводы.** В суставе имеется целый ряд приспособлений, обеспечивающих его прочность (суставная сумка и суставные связки, скрепляющие кости; мышцы с сухожилиями, переходящие через сустав; атмосферное давление воздуха, которое при наличии отрицательного давления внутри сустава содействует прочности сустава) и подвижность (гладкая поверхность сустав-

ных хрящей, скользкая жидкость, покрывающая хрящи и внутреннюю поверхность суставной сумки). Характер движения в суставе зависит от формы суставных поверхностей сочленяющихся костей.

Примечание. Учащимся может быть предложена домашняя письменная работа — описание строения сустава. План для письменного описания может быть дан учителем.

### Работа 15. Сокращение мышцы при раздражении нерва

Цель — показать, что нормальным, естественным раздражителем мышцы в организме является нервное возбуждение, поступающее в мышцы по нервам из центральной нервной системы.

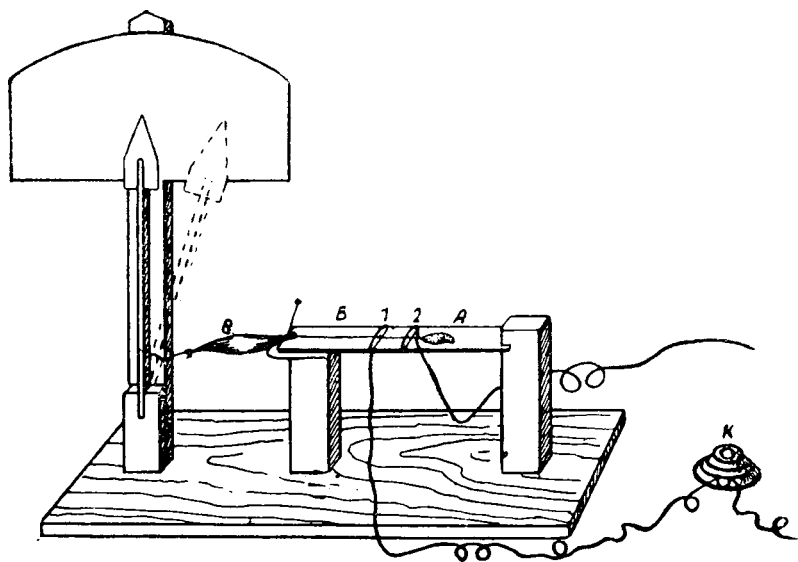


Рис. 9. Общий вид установки опыта с раздражением нерва.

Работа указана программой как обязательная.

Материал и оборудование: 1) живая лягушка; 2) инструменты для вскрытия; 3) стандартный мышечный столик или самодельный с добавленным к нему стеклянным столиком для нерва (модель Боровицкого) (рис. 9); 4) источник электрического тока с проводами; 5) кнопка или ключ; 6) физиологический раствор (0,65% NaCl); 7) тарелка; 8) полотенце.

Методика и техника. В данном варианте опыта применяется нервно-мышечный препарат, состоящий из седалищного нерва и икроножной мышцы, для того чтобы дать учащимся возможность наблюдать сокращение одной мышцы.

Для приготовления нервно-мышечного препарата надо завернуть лягушку в полотенце, воткнуть сбоку одну ветвь ножниц

и быстрым движением перерезать вкось позвоночник (рис. 10). Затем одним или двумя грубыми разрезами разрушить голову. Держа лягушку за задние лапки, отрезать всю свисающую вниз переднюю половину туловища и большую часть внутренностей. Захватить через полотенце одной рукой остаток позвоночника, другой — край кожи со спины и быстрым движением снять кожу с обеих лапок (рис. 10).

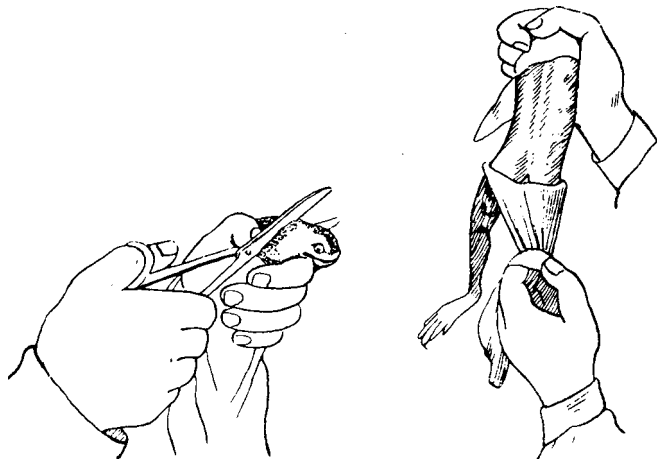


Рис. 10. Перерезка позвоночника лягушки, снятие кожи с лапок.

Держа препарат так, чтобы лапки висели вниз, под углом к позвоночнику, захватить пинцетом за позвоночник и удалить выдающуюся при этом кверху копчиковую кость, для чего надо острыми ножницами подрезать ее под позвоночником и осторожно вырезать.

Положить обе лапки на чистую тарелку, удалить остаток внутренностей, причем как в этом случае, так и при дальнейшей работе, чтобы сохранить физиологическую целость нерва и мышцы, необходимо крайне осторожное обращение с препаратом.

Для избежания повреждения нервно-мышечного препарата надо все ткани, подлежащие удалению, отрезать на весу, поднимая их пинцетом; при этом, чтобы не перерезать нерва, острие ножниц необходимо направлять в сторону. Очистив препарат от внутренностей (рис. 11), поднести одну ветвь ножниц под остаток позвоночника, другую ветвь их направить по средней линии от позвоночника до лобкового сочленения и разделить разрезом обе лапки.

Оставив одну из лапок как запасную, прикрыть ее кусочком фильтровальной бумаги, смоченной физиологическим раствором, или же внутренностями лягушки.

Другую же лапку положить на спинную сторону и осторожно отпрепарировать нерв до бедренного сочленения (рис. 12, 1).

Перевернув лапку, осторожно, двумя пинцетами расщепить фасции на задней стороне бедра по ходу седалищного нерва (рис. 12, 2), после чего, раздвинув края раны, можно увидеть нерв.

Приподнять снова нерв за косточку и подрезать ножницами окружающие ткани, начиная от уже освобожденного конца нерва (рис. 12, 3).

Освободив нерв до колена, откинуть его на голень (иначе его легко можно перерезать при удалении мышц бедра), захватить пинцетом за бедренную косточку, вылущить ножницами головку ее и срезать все мышцы (рис. 12, 4).

Затем необходимо выделить икроножную мышцу, для чего, отделив ахиллесово сухожилие, захватить его

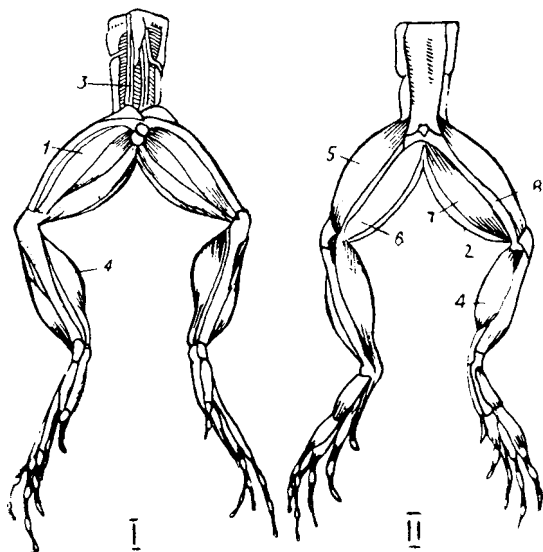


Рис. 11. Мышцы задней лапки лягушки.

I — передняя сторона; II — задняя сторона. 1 — портняжная мышца; 2 — ножная мышца; 3 — сплетение седалищного нерва; 4 — икроножная мышца; 5 — трехглавая мышца бедра; 6 — двуглавая мышца бедра; 7 — полуперепончатая мышца; 8 — борозда, в глубине которой находится седалищный нерв.

пинцетом и, оттягивая в сторону, постепенно подрезать окружающие ткани (рис. 12, 5). По отделении мышцы, удалить голень, перерезав ее ниже колена (рис. 12, 6).<sup>1</sup>

Нерв и мышца смачиваются физиологическим раствором.

Если опыт ставится с использованием стандартного мышечного столика, то икроножная мышца укрепляется так, как это описано в раб. 16 на стр. 39 и изображено на рис. 13. Если же опыт проводится с самодельным оборудованием, то икроножная мышца укрепляется в приборе следующим образом.

Короткое сухожилие прикалывается булавкой к стойке, а длинное сухожилие прикрепляется к гибкой пластинке. Если у короткого сухожилия сохранен кусочек бедренной кости, то это значительно облегчает укрепление мышцы. Нерв с кусочком

<sup>1</sup> Описание техники приготовления нервно-мышечного препарата взято из руководства Малликоой.

позвоночника кладется на проволочки стеклянного столика (рис. 9). Стеклянный столик, устроенный из предметного стекла, обмотан освобожденными от обмотки концами изолированной проволоки. Противоположные концы проволок соединяются — одна с элементом, другая с замыкателем тока, соединенного также с элементом (рис. 9). При замыкании и размыкании тока икроножная мышца сокращается. Необходимо привлечь внима-

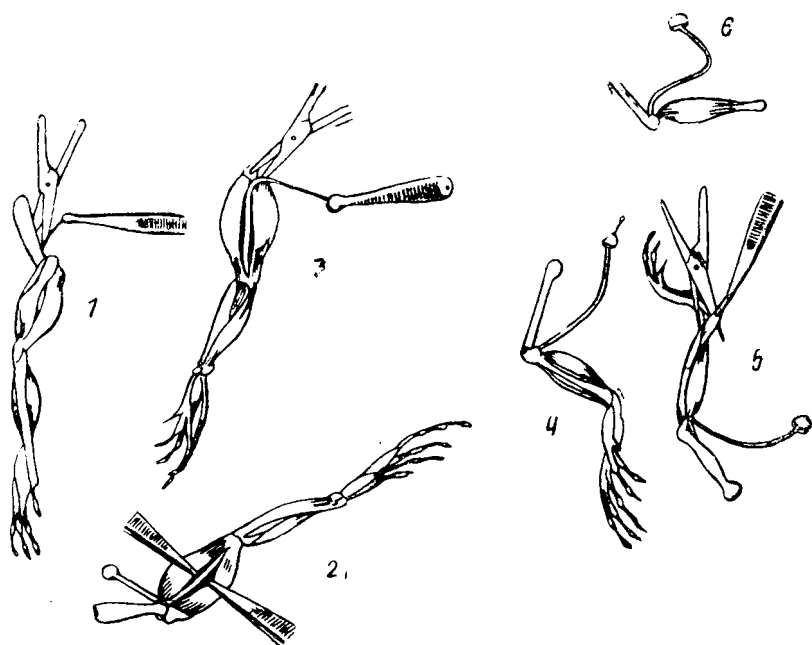


Рис. 12. Приготовление нервно-мышечного препарата.

1 — препаровка нерва от бедренного сочленения; 2 — обнаружение седалищного нерва; 3 — препаровка седалищного нерва; 4 — препарат с удаленными мышцами бедра; 5 — изолирование икроножной мышцы; 6 — нервно-мышечный препарат.

ние учащихся к тому, как изменяется форма мышцы при сокращении. Путем наблюдения следует установить, что при сокращении мышца становится короче и толще, но объем ее не изменяется.

Наконец, учитель должен указать, что в живом организме нормальным естественным раздражением мышц являются волны возбуждений, передающиеся по нерву из центральной нервной системы, что сокращение мышц у человека происходит в результате прямого воздействия коры больших полушарий головного мозга.

**Вывод.** Сокращение мышц происходит под влиянием нервной системы. Нормальным естественным раздражителем

мышц в живом организме являются возбуждения, передающиеся в мышцу по нерву из центральной нервной системы.

*Примечание.* Опыт является обязательным для демонстрации на уроке. При разъяснении этого опыта необходимо обратить внимание учащихся на теснейшую связь костно-мышечной системы с нервной системой.

Закончив обобщение данных опыта, следует познакомить учащихся с учением И. П. Павлова о тройном влиянии нервной системы на каждый орган, на каждую ткань.

На примере мышцы следует разъяснить: 1) под влиянием нервной системы осуществляется деятельность каждого органа (мышца сокращается; железа выделяет сок); 2) под влиянием нервной системы происходит расширение или некоторое сужение кровеносных сосудов каждого органа, в результате чего регулируется, в зависимости от потребностей органа, доставка к нему питательных веществ и кислорода и удаление продуктов распада; 3) нервная система влияет на все жизненные процессы, происходящие в мышце (питание, окисление и др.).

## **Работа 16. Механическая работа мышцы**

*Цель работы* — показать, что мышца при своем сокращении под влиянием нервной системы производит большую механическую работу.

Опыт не является обязательным.

Постановка его в классе на уроке все же желательна, так как этот опыт не требует большой затраты времени, но дает учащимся конкретное представление о той большой механической работе, которую способна производить мышца под влиянием нервной системы.

*Материал и оборудование:* 1) мышечный столик системы И. В. Козыря (рис. 13); 2) нервно-мышечный препарат, состоящий из икроножной мышцы лягушки и седалищного нерва (приготовление см. в раб. 15 на стр. 34); 3) физиологический раствор (0,65% NaCl); 4) кисточка или пипетка; 5) ящик с разновесами.

**Методика и техника.** Сборка прибора.<sup>1</sup> Из ящика вынимают шкалу и стойки. Стойку без гнезда с винтовой нарезкой наверху устанавливают на правой стороне прибора, стойку с гнездом наверху, снабженную винтовой нарезкой, — на левой стороне. Затем из ящика вынимают держатель стрелки и винтового блока. Стрелка с блоком укреплена на одной оси. Ось легко ходит на стальных центрах в скобе держателя. Держатель стрелки надевают на правую стойку. Затем с винта, находящегося на переднем конце держателя стрелки, снимают гайку

---

<sup>1</sup> И. В. Козырь и П. И. Суворова. Оборудование уроков по анатомии и физиологии человека. 1937.

и шайбу. После этого на винт надевают сначала шкалу, затем шайбу и, наконец, навинчивают гайку.

Если по характеру опыта нужно применить электрический ток для раздражения мышцы или нерва, то на левую стойку надевают муфту с электродами. Муфту укрепляют с помощью винта на требуемой высоте. Держателю электродов может быть придано любое положение, в котором он закрепляется вторым винтом муфты и гайкой на патроне электродов.

Электроды устроены из никелина. При желании концы электродов могут быть сближены кусочком пробки, надетой на электроды.

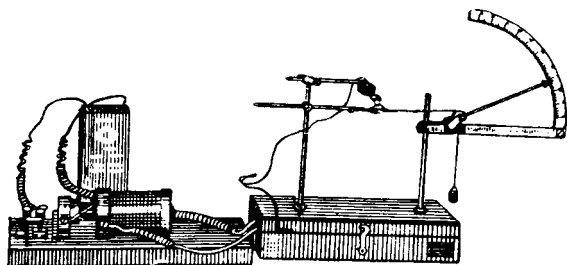


Рис. 13. Установка для опытов по изучению значения ритма и нагрузки в работе мышц.

Электрический ток к электродам подается через ключ, выдвигающийся из ящика.

Для постановки опытов нужен источник электрического тока — элемент напряжением около 1,5—2 вольт. Звонковая проволока, идущая от элемента, подводится либо непосредственно к ящику мышечного столика в гнездо штепсельной розетки, либо к индукционной катушке, а от нее уже к мышечному столику. Затем надевается муфта с зажимом. В зажиме закрепляют изучаемый препарат. Кроме препарата, в нем также можно закрепить блок и стеклянный крючок.

Для легкого натяжения мышцы используется небольшое ведерко.

Перед уроком готовится нервно-мышечный препарат, состоящий из икроножной мышцы лягушки и седалищного нерва (приготовление см. в работе 15).

Вырезанную мышцу с нервом укрепляют в зажиме мышечного столика, нерв кладут на концы электродов. Нитку перебрасывают через винтовой блок (рис. 13).

В опыте мышца раздражается через нерв электрическим током; при пользовании индукционным током положение вторичной катушки не изменяется в продолжение всего опыта.

Учащимся предлагается определить, какой груз может поднять маленькая икроножная мышца лягушки, и отмечать, на



какое число делений отклоняется стрелка при нагрузке мышцы в 10, 50, 100, 150, 200 г и т. д. Гирьки кладутся в ведро или подвешиваются к нему.

Мышца часто смачивается физиологическим раствором.

Учащиеся, обычно, с интересом наблюдают, что маленькая икроножная мышца способна поднять большой груз.

Вывод. Ничтожная по весу икроножная мышца лягушки, весящая с сухожилиями и отрезком кости 3—5 г, может поднять груз, во много раз превосходящий ее собственный вес.

## Работа 17. Изучение явления утомления мышц при помощи самодельного эргографа

*Цель* — дать учащимся представление о значении ритма и нагрузки в явлении утомления мышц.

*Материал и оборудование:* 1) самодельный эргограф системы П. И. Боровицкого; 2) лист чистой бумаги; 3) картонная пластинка (12×30 см); 4) кнопки; 5) набор гирь (1, 2, 5 кг); 6) метроном (желателен).

*Приготовление эргографа.* Взять доску размером 18—20×50 см. Коловоротом просверлить три отверстия (диаметр около 2 см), как указано на рис. 14. В первое и второе отверстия вставить стойки (см. размеры на рис. 14). В каждой из них перед укреплением в доске на расстоянии 1 см от верхнего края в середине коловоротом сделать углубление на 0,5—1 см, соответствующее диаметру стеклянной трубки, которая вставляется в них и укрепляется между стойками.

На стеклянную трубку надеть отрезок другой стеклянной трубки (длина 4 см). На этот отрезок надеть широкую резиновую трубку так, чтобы концы ее выходили за концы отрезка стеклянной трубки (резиновая трубка предохраняет стеклянную от удара о стойки). Если нет широкой резиновой трубки, то можно взять полоску сукна и обмотать им отрезок стеклянной трубки.

К трубке приставить хорошо отточенный карандаш и укрепить его при помощи проволоочной петли (рис. 14). В противоположной карандашу стороне сделать в проволоке небольшую петлю. Карандаш необходимо укрепить так, чтобы он стоял несколько наклонно к доске, когда прибор будет собран.

Когда все подготовлено, вставить одну из стоек в первое отверстие; в углубление в стойках вставить стеклянную трубку с надетой на нее муфтой с карандашом; вторую стойку укрепить во втором отверстии.

В третьем отверстии вставить обточенный деревянный стержень (высота 15 см).

Из куска толстой проволоки длиной 15—18 см сделать петлю (рис. 14). На среднюю часть ее надеть катушку. Концы проволоки расплющить на наковальне, согнуть их под углом 90°, вбить в край доски перед первой стойкой и слегка отогнуть от стойки верхнюю часть петли с катушкой.

К проволоочной петле муфты привязывается прочный шнур. На одном конце его сделать петлю, в которую можно вставлять палец, к другому концу, перекинутому через катушку, привязать груз (рис. 14).

На картонной пластинке ( $12 \times 25$  см) прикрепить лист белой бумаги. Пластинку положить между стойками (рис. 14). Благодаря шнуру, укрепленному с противоположной стороны, карандаш будет плотно прижиматься к бумаге.

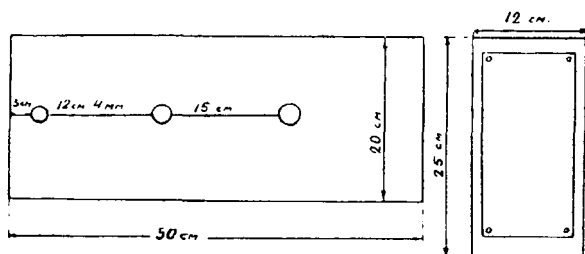
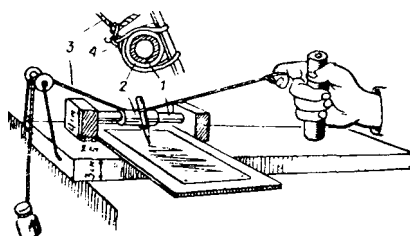


Рис. 14. Самодельный эргограф.

1 — стеклянная трубка; 2 — резиновая трубка; 3 — бечевка;  
4 — место скрепления.

**Методика и техника.** Поставить эргограф на край стола так, чтобы груз свободно висел. Одному из учащихся положить руку на стол и взять в нее деревянный стержень эргографа. Указательный палец этой руки продеть в петлю шнура. Груз взять в 2—3 кг. Острие карандаша поставить на бумагу, положенную на картонную или фанерную пластинку.

Другой ученик во время опыта будет медленно выдвигать пластинку, как только первый начнет двигать пальцем.

Завести метроном, поставленный так, что его удары следуют один за другим через полсекунды.

С одним ударом метронома испытуемый сгибает палец, с другим ударом — разгибает. Это делается до тех пор, пока испытуемый будет не в состоянии сгибать палец. Отметить на эргограмме начало утомления.

Дав пальцу отдохнуть 1—2 минуты, вновь начать опыт. Утомление наступит гораздо быстрее.

Поменять учащихся местами. Когда у учеников палец начнет уставать, прекратить движение. Изменить ритм ударов метронома (ускорить). После достаточно длительного отдыха вновь приступить к опыту. При значительном ускорении ритма утомление наступает значительно быстрее.

После длительного отдыха увеличить нагрузку, оставив промежуток между ударами в  $\frac{1}{2}$  сек. Утомление наступит также значительно быстрее.

При отсутствии метронома отсчет секунд можно производить по секундной стрелке часов. Для отсчета секунд можно сделать секундный маятник. Берется крепкая нитка длиной около 1,5 м; одним концом она привязывается к грузику, на другом — делается петля. Общая длина от края петли до нижнего края груза должна точно равняться 1 м. Петлей маятник надевается на гвоздик, вбитый, например, в конец палки, выдающийся над шкафом. Качание этого маятника (одно движение в ту или иную сторону) всегда, независимо от широты размаха, будет равно точно 1 секунде. Другие маятники из нитки иной длины дадут качание иной продолжительности. На этом принципе основан, как известно, и метроном.

**Вывод.** Наиболее производительна работа мышцы при средней нагрузке и среднем ритме сокращений.

**Примечание.** К сожалению, демонстрация этого опыта на уроке отнимает большое количество времени, что заставляет рекомендовать его для внеклассной работы.

При обобщении и углублении данных этого опыта необходимо указать учащимся, что средние величины нагрузки и ритма различны у разных людей. У людей физического труда и у спортсменов они выше, чем у людей, не занимающихся физической работой и спортом. Исключительно большая роль в производительности труда принадлежит высшему отделу нервной системы — коре больших полушарий. Сознание человека, интерес к работе, понимание значения ее повышают работоспособность человека.

## **ОРГАНЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ**

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И ДЕМОНСТРАЦИИ, ТРЕБУЕМЫЕ ПРОГРАММОЮ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

1. Демонстрация под микроскопом свежей и окрашенной крови человека (см. раб. 18).

2. Разрушение эритроцитов при смешивании крови с водой и сохранение их в физиологическом растворе (опыт в пробирках) (см. раб. 19).

3. Превращение венозной крови в артериальную (см. раб. 20).
4. Демонстрация строения сердца и работы сердечных клапанов на сердце млекопитающего (см. раб. 21 и 22).
5. Наблюдение за работающим сердцем лягушки (см. раб. 24).
6. Наблюдение под микроскопом движения крови в плавательной перепонке лягушки (см. раб. 23).
7. Подсчет пульса (см. раб. 26).

### **Работа 18. Демонстрация под микроскопом свежей и окрашенной крови человека**

*Цель* — дать конкретное представление о том, что в крови человека находятся форменные элементы.

Демонстрация на уроке под микроскопом свежей и окрашенной крови является обязательной.

*Материал и оборудование:* 1) микроскоп; 2) покровное и предметное стекла; 3) тонкая, острая и чистая препаровальная игла; 4) спиртовка; 5) спирт (или слабый раствор йода); 6) вата.

**Методика и техника.** У одного из учащихся, желающего дать каплю своей крови для демонстрации ее под микроскопом всему классу, спиртом тщательно обтирается средний палец левой руки. Чистая (т. е. нержавеющая), новая игла протирается спиртом и прокаливается в пламени спиртовой лампы. Когда игла остынет, то острием ее прокалывается кожа того пальца левой руки, который подготовлен для укола. Надавливая на палец близ места укола можно выдавить каплю крови. Чистым предметным стеклом следует дотронуться до этой капли крови и таким путем перенести значительную часть ее на стекло. Место укола тщательно обтирается спиртом, эфиром или йодом. К капле крови, находящейся на предметном стекле, под углом в  $45^\circ$  приставляется покровное стекло и, при помощи передвижения покровного стекла в одну сторону, делается мазок крови по предметному стеклу. Мазок крови покрывается покровным стеклом и рассматривается под микроскопом. В бесцветной кровяной плазме учащиеся обнаружат массу красных кровяных клеток то в виде скоплений, то единицами и убедятся в том, что красные кровяные тельца имеют форму лепешечек, вдавленных посредине. Красные кровяные клетки могут быть видны в виде столбиков, напоминающих монетные столбики. Следует обратить внимание учащихся и на цвет красных кровяных клеток (желтоватая, а не красная окраска), и на отсутствие в них ядер. Белые кровяные клетки в таких свежих препаратах попадают очень редко.

Окрашенная кровь демонстрируется на готовом гистологическом препарате, но и при наличии готового препарата окрашенной крови приготовление в классе препарата свежей крови и демонстрация его под микроскопом являются обязательными,

так как эта работа убеждает учащихся в том, что форменные элементы крови реально существуют в их крови, а не только в готовом гистологическом препарате.

Кровь под микроскопом демонстрируется учащимся после изложения соответствующего учебного материала учителем.

Кроме мазка крови человека, можно рекомендовать и рассматривание крови, разбавленной физиологическим раствором (0,9%).

**В ы в о д.** Кровь состоит из бесцветной, прозрачной жидкости (плазма крови) и форменных элементов или клеток. Под микроскопом в капле крови можно видеть большое количество красных кровяных клеток (эритроцитов) и единичные экземпляры белых кровяных клеток (лейкоцитов).

**Примечание.** Для сравнения желательно показать препарат крови лягушки. При отсутствии готового окрашенного препарата его следует приготовить из свежей крови лягушки. У лягушки отрезается кончик одного из пальцев. Выступившая капля крови переносится на предметное стекло. При помощи покровного стекла делается мазок по предметному стеклу. Мазок покрывается покровным стеклом и демонстрируется под микроскопом. В отличие от красных кровяных телец человека красные кровяные клетки лягушки имеют большие размеры, овальную форму и ядро.

## **Работа 19. Разрушение эритроцитов при смешивании крови с водой и сохранение их в физиологическом растворе**

*(По описанию П. И. Суворовой)<sup>1</sup>*

**Цель** — на конкретном примере показать значение концентрации солей внутренней среды для нормальной жизнедеятельности клеток и тканей.

**Материал и оборудование:** 1) дефибринированная или оксалатная кровь; 2) три пробирки; 3) 0,9%-й раствор поваренной соли; 4) дистиллированная вода; 5) микроскопы; 6) покровные и предметные стекла.

**Методика и техника.** В три пробирки наливается дефибринированная или оксалатная кровь. Учащимся демонстрируется, что кровь во всех пробирках одинаковая.

Из одной пробирки отливают половину крови; вместо отлитой крови добавляют до прежнего уровня 0,9%-ный раствор поваренной соли. Содержимое пробирки взбалтывается и демонстрируется учащимся. Учащимся предлагается установить, произошли ли какие-либо видимые изменения с кровью. При сопоставлении пробирок устанавливается, что кровь, наполовину разбавленная 0,9%-ным раствором поваренной соли, почти не изменилась на вид, она стала лишь несколько светлее.

Берется вторая пробирка, из которой также отливают половину крови. Вместо отлитой крови до прежнего уровня добавляется дистиллированная вода. Содержимое пробирки взбал-

---

<sup>1</sup> П. И. Суворова. Школьный эксперимент в курсе анатомии и физиологии человека. 1948.

тывается и демонстрируется учащимся. Учащимся предлагается понаблюдать, что произошло с кровью. Сопоставление всех трех пробирок ясно показывает, что кровь, разбавленная дистиллированной водой, стала прозрачной. Такую прозрачную кровь называют лаковой, по аналогии с лаком, который, покрывая предметы, просветляет их.

Учащимся под микроскопом демонстрируется капля крови, разбавленной физиологическим раствором, и капля прозрачной крови. В капле крови, разбавленной физиологическим раствором, красные кровяные клетки имеют обычный вид. В капле прозрачной крови эритроциты не видны: они разрушились, а их гемоглобин перешел в плазму крови (или в сыворотку, если была взята дефибринированная кровь).

**В ы в о д.** В капле крови, разбавленной физиологическим раствором, эритроциты не изменились потому, что концентрация раствора поваренной соли соответствовала общей концентрации солей плазмы крови. В крови, разбавленной дистиллированной водой, эритроциты разрушились, так как концентрация солей в плазме оказалась ниже, чем в эритроцитах. Вода из плазмы стала проникать в эритроциты. Под давлением избыточного поступления воды оболочка эритроцитов лопнула, а гемоглобин окрасил плазму в красный цвет. Для нормальной жизнедеятельности эритроцитов нужна определенная концентрация солей плазмы (0,9%). Резкое снижение концентрации солей плазмы ведет к разрушению эритроцитов.

Концентрация солей плазмы, лимфы и тканевой жидкости имеет важное значение для всех клеток и тканей организма.

## **Работа 20. Демонстрация получения артериальной крови**

**Цель** — показать, что венозная кровь при соприкосновении с воздухом превращается в артериальную, что гемоглобин легко соединяется с кислородом воздуха.

Опыт ставится в виде демонстрации и является обязательным при изучении вопроса о значении красных кровяных телец. При наличии оборудования опыт может быть сделан на уроке и самими учащимися.

**Материал и оборудование:** 1) свежая дефибринированная кровь; 2) две пробирки или две одинаковых колбы; 3) белый экран.

**Методика и техника.** В две пробирки или в две одинаковые по форме и объему колбы наливается одинаковое количество свежей дефибринированной крови. Обе колбы закрываются пробками. Внимание учащихся фиксируется на том, что цвет крови в обеих колбах одинаков.

Затем учащимся предлагается пронаблюдать, что произойдет, если кровь в одной из колбочек сильно взболтать с воздухом (опыт), а другую колбочку оставить стоять в покое (контроль).

В одной колбе кровь сильно взбалтывается с воздухом, находящимся в колбе. После взбалтывания сопоставляется цвет крови обеих колбочек. В контрольной колбочке кровь остается темнокрасной, а в другой (опытной) — она становится яркой, алой. Следовательно, при встряхивании с воздухом темнокрасная кровь становится яркокрасной.

Для того чтобы разница в цвете крови была хорошо заметна, необходимо колбочки демонстрировать на фоне белого экрана при хорошем освещении их естественным или электрическим светом. Опыт хорошо выходит только при наличии свежей дефибринированной крови.

**В ы в о д ы.** Изменение цвета крови и кровяной пены зависит от изменения цвета гемоглобина. Ярκοалый цвет имеет кровь, содержащая оксигемоглобин, который получается при химическом соединении гемоглобина красных кровяных телец с кислородом. Кровь, в которой красные кровяные тельца имеют большое количество гемоглобина в восстановленной форме (венозная кровь), имеет темновишневый цвет.

## **Ра б о т а 21. Демонстрация строения сердца и значения сердечных клапанов на сердце крупного млекопитающего**

**Цель** — дать конкретное представление о строении четырехкамерного сердца, выяснить значение сердечных клапанов; при изучении строения сердца показать единство формы и функции.

Работа указана программой как обязательная.

**Материал и оборудование:** 1) сердце крупного млекопитающего (свиньи, овцы, телят, коровы, лошади); 2) большое блюдо (или доска), на которое кладется сердце; 3) острый скальпель или нож; 4) два пинцета; 5) стеклянная палочка с оплавленными концами; 6) вода, подкрашенная марганцовокислым калием под цвет крови; 7) воронка с широкой трубкой; 8) тарелка.

**Методика и техника.** Для вскрытия желательнее достать сердце с околосердечной сумкой и длинными отрезками артерий и вен. Перед уроком необходимо отпрепарировать аорту и легочную артерию, т. е. отделить их друг от друга, разрушив ланцетом находящуюся между ними ткань. Вскрытие ведется по следующему плану.

### *1. Внешний осмотр сердца*

**Осмотр околосердечной сумки и разъяснение ее значения.** Внимание учащихся привлекается к тому, что околосердечная сумка, состоящая из плотной соединительной ткани, на внутренней поверхности гладкая, блестящая, покрыта скользкой жидкостью, что способствует свободному движению сердца внутри околосердечной сумки.

**Отделы сердца.** Стенки сердца. Преподаватель прощупывает сердце и показывает, что стенки его мягкие, состоят из мышц, но плотность и толщина стенок не везде одинаковые. Путем прощупывания правой и левой части сердца (в левой части сердца мышцы плотнее и толще, чем в правой) определяются правая и левая части сердца. Сердце кладется на блюдо (доску) так, чтобы его положение соответствовало положению сердца в теле того, кто ведет демонстрацию (левая половина сердца должна находиться с левой стороны работающего, основание сердца обращено к нему). Преподаватель показывает учащимся широкое основание сердца и округленную вершину сердца, демонстрирует широкую поперечную борозду, отделяющую предсердия от желудочков, и границу между правым и левым желудочком. Все четыре отдела сердца четко показываются учащимся.

Путем прощупывания стенок предсердий и желудочков определяется разница в толщине их мышечных стенок. Стенки предсердий более мягкие и тонкие. Производится сравнение размеров предсердий и желудочков. При внешнем осмотре сердца бросается в глаза, что предсердия очень маленькие по сравнению с желудочками. Следует разъяснить учащимся, что в живом организме, когда предсердия наполняются кровью, они значительно больше тех спавшихся вследствие мягкости своих стенок предсердий, которые мы видим на мертвом сердце, лишенном крови.

При внешнем осмотре сердца необходимо обратить внимание учащихся на большое количество кровеносных сосудов, видимых на поверхности самого сердца (на поверхности желудочков сердца). Богатое снабжение кровью мышц самого сердца находится в связи с тем, что мышцы здорового сердца (особенно мышцы желудочков) обладают большой силой сокращения; они требуют во время работы большого количества кислорода, питательных веществ и своевременного удаления продуктов распада и окисления.

При внешнем осмотре сердца следует показать учащимся отложения жира на поверхности сердца (на границе между предсердиями и желудочками и на границе между желудочками) и указать, что сильное развитие жировой ткани на сердце, появляющееся у некоторых людей как при болезненных нарушениях обмена веществ, так и вследствие неправильного питания и при отсутствии физической работы и занятий физкультурой и спортом может привести к ожирению сердца, при котором мышцы сердца перерождаются и постепенно теряют способность к сокращению.

Наконец, следует найти на сердце отрезки кровеносных сосудов, приносящих кровь к сердцу, и сосудов, уносящих кровь от сердца. Последние найти легче: это — аорта, которая по выходе из сердца круто поворачивает влево, и легочная артерия, выход



которой из правого желудочка хорошо виден на передней поверхности сердца. По отношению каждого из этих сосудов следует указать, какую кровь он выносит из сердца и куда она движется по этому сосуду. Вены, впадающие в правое предсердие (верхняя и нижняя полые вены), можно хорошо показать только в том случае, если они при удалении сердца из тела животного были перерезаны далеко от сердца. Если же эти вены перерезаны близко к сердцу, то найти их и показать учащимся значительно труднее, так как их тонкие стенки спадаются. Спавшиеся стенки крупных вен легко спутать с соединительнотканными пленками. Чтобы найти и рассмотреть вены, приносящие венозную кровь в правое предсердие, в стенке этого предсердия острым скальпелем следует сделать небольшой разрез, достаточный для того, чтобы вставить в него оплавленный конец стеклянной палочки. Вставив в это отверстие стеклянную палочку, следует ею искать выходы из правого предсердия, кроме того широкого отверстия, которое имеется между предсердием и желудочком. Конец стеклянной палочки попадает в одну из полых вен, входящих в правое предсердие. Протолкнув стеклянную палочку в вену, следует показать тонкие стенки вены и, расправив вену, продемонстрировать большой диаметр ее поперечного сечения. При удалении из вены стеклянной палочки стенки вены спадаются, найти ее без палочки довольно трудно. Удалив стеклянную палочку из этой вены, следует ею указанным выше способом найти другую полую вену, впадающую в правое предсердие, и также показать ее учащимся. По месту впадения вен в сердце легко определить верхнюю полую вену и нижнюю полую вену. Учащимся следует указать, какую кровь эти вены несут к сердцу и откуда. Стенки вен и артерий сравниваются. Учащимся предлагается самим определить разницу в свойствах стенок вен и артерий. (Стенки артерий толстые, плотные, эластичные, белого цвета; отверстие артерии «зияет»; стенки вен тонкие, спадающиеся.)

## *II. Внутреннее строение сердца*

**Левая половина сердца. Вскрытие левого желудочка.** Перед вскрытием положение сердца меняется. Сердце на блюде (на доске) кладется так, чтобы передняя поверхность сердца была бы направлена кверху, вершина сердца — к работающему, а левая половина сердца находилась бы с правой стороны (рис. 15). Скальпелем вскрыть левый желудочек по линии *А—Б*. Рассмотреть толстые мышечные стенки левого желудочка, еще раз сравнить их в тонкими стенками левого предсердия и установить взаимосвязь между строением и функциями этих отделов сердца.

Раздвинув в стороны стенки вскрытого желудочка, обнажаем полость левого желудочка. При осмотре внутренней по-

верхности мышечной стенки левого желудочка найти мышечные сосочки, от которых отходят сухожильные нити, и показать, что эти прочные сухожильные нити прикрепляются к двустворчатому клапану сердца, состоящему из плотной соединительной ткани. Нижний край этого клапана имеет вид зубцов, переходящих в сухожилия, прикрепляющиеся к мышечным сосочкам, а верхний край прирастает к стенкам сердца по всей границе между левым предсердием и левым желудочком.

Двустворчатый клапан имеет вид двух беловатых пленок, спускающихся в сторону желудочка. Выяснить значение этого клапана. В стенке левого предсердия на линии *В—Г* сделать небольшой прорез скальпелем. Придав сердцу вертикальное положение и держа его над тарелкой, вставить в сделанное отверстие воронку. В воронку наливаем воду, подкрашенную под цвет крови. Вода свободно проходит в левый желудочек. Следовательно, при сокращении левого предсердия двустворчатый клапан не препятствует поступлению крови в левый желудочек.

Определить, может ли кровь при сокращении левого желудочка попасть обратно в левое предсердие, следует при помощи специального опыта, описанного нами отдельно в следующей работе (см. раб. 22).

**Вскрытие левого предсердия.** Выяснив значение створчатых клапанов сердца, следует вскрыть левое предсердие, проведя скальпелем разрез по всей линии *ВГ*. Обнажив полость левого предсердия, показать учащимся стенки предсердия и сравнить их еще раз со стенками левого желудочка. В стенке левого предсердия легко обнаружить и показать учащимся отверстия легочных вен. Обычно они бывают перерезаны у самого сердца, в результате чего учитель имеет возможность показать только место впадения этих вен в предсердие. Необходимо указать, какую кровь эти вены несут к сердцу (артериальную) и откуда (из легких).

**Место выхода аорты из левого желудочка.** Полулунные клапаны. Чтобы найти место выхода аорты из левого желудочка, в полость желудочка вводится конец стеклянной палочки, который подводится под створчатый клапан в левый верхний угол желудочка. Здесь обнаруживается проход. Ввести палочку в этот проход, и она попадет в аорту. Следовательно, арте-

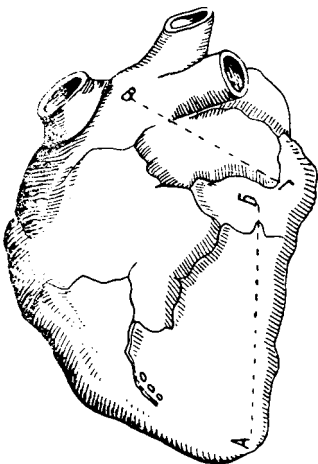


Рис. 15. Положение сердца для вскрытия левого желудочка и левого предсердия.

риальная кровь при сокращении левого желудочка поступает только в аорту, так как попасть обратно в левое предсердие она не может (препятствует двустворчатый клапан), а другого выхода из левого желудочка мы не находим. Найти свободный конец аорты и предложить одному из учащихся поднять и держать сердце за этот отрезок. Вставить в верхнее отверстие аорты воронку с широкой трубкой, туго привязать аорту к трубке и наливать в воронку широкой струей подкрашенную воду. Вода заполнит аорту, но из аорты в левый желудочек не попадет (первые порции воды все же проскочить могут).

Вылить воду, отвязать воронку и попробовать проникнуть из аорты в полость левого желудочка при помощи оплавленной стеклянной палочки, слегка прижимая последнюю к стенке со-

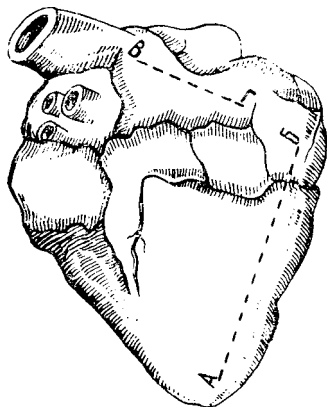


Рис. 16. Положение сердца для вскрытия правого желудочка и правого предсердия.

суда. Конец палочки во что-то упирается и в желудочек не проходит. Чтобы найти в аорте то приспособление, которое задерживало и воду и палочку, следует вскрыть аорту. В отверстие аорты, имеющееся на ее свободном (верхнем) конце, вводится лезвие ножниц и разрез ведется вдоль аорты до левого желудочка. Аорта раскрывается, что дает возможность видеть три полулунных клапана на границе между аортой и левым желудочком. Эти клапаны, имеющие вид тонкостенных мешочков, следует показать всем учащимся. Для выяснения значения полулунных клапанов, обуславливающих односторонний ток крови (от сердца), следует разъяснить, что эти клапаны не препятствуют движению крови из левого желудочка в аорту (провести стеклянной палочкой от левого желудочка к аорте, слегка прижимая клапан к стенке), но препятствуют поступлению крови из аорты в левый желудочек во время его расслабления, в чем убедились на опыте вливания воды в аорту. С целью уточнения механизма действия этих клапанов следует налить в них при помощи пипетки или промывалки подкрашенной воды и дать учащимся возможность понаблюдать, как оттопыриваются карманчики при наполнении их водой. Этот опыт разъяснит учащимся, что наполненные кровью полулунные клапаны закрывают отверстие аорты и препятствуют поступлению крови из аорты в левый желудочек во время его диастолы.

**Вскрытие правой половины сердца.** Для вскрытия правой половины сердца последнее нужно перевернуть так, чтобы правое предсердие и правый желудочек оказались справа (см. рис. 16).

Вскрытие правого желудочка ведется по линии АБ (рис. 16). Разрез делается острым скальпелем. Обратить внимание учащихся на толщину стенок правого желудочка, сравнить ее с толщиной мышечных стенок левого желудочка и установить связь между мощностью мышечных стенок каждого желудочка и силой их сокращений, находящейся в зависимости от того, по какому кругу кровообращения проталкивается кровь.

Раздвинув стенки правого желудочка, показать учащимся трехстворчатый клапан и предложить им определить разницу в строении его по сравнению с двухстворчатым клапаном левой половины сердца (три створки и стенки более тонкие) и указать значение его. Ввести конец оплавленной стеклянной палочки под клапан в верхнем углу правого желудочка и найти выход в легочную артерию. Разрезать легочную артерию вдоль, раскрыть ее и показать учащимся три полулунных клапана легочной артерии, находящихся на границе между правым желудочком и легочной артерией. Предложить учащимся определить их значение.

**Вскрытие правого предсердия.** Вскрыть правое предсердие по всей линии ВГ. Сравнить стенки правого предсердия и левого предсердия. Еще раз показать полые вены.

**Исследование перегородки между предсердиями и между желудочками.** Поднять сердце выше и продемонстрировать учащимся, раздвигая стенки сердца, что между правой и левой половиной сердца находится сплошная мышечная перегородка.

Вскрытие кончается подведением итогов по вопросам.

При вскрытии сердца невозможно показать учащимся нервы, подходящие к сердцу, но необходимо указать, что деятельность сердца регулируется нервной системой.

К сердцу подходят центробежные нервы, а в самом сердце и в крупных кровеносных сосудах, непосредственно у сердца, имеются воспринимающие чувствительные нервные окончания.

Большой интерес у учащихся вызывают элементарные сведения по медицине, которые можно сообщить при рассмотрении отделов сердца. Так, при демонстрации левого желудочка можно рассказать об увеличении его размеров («расширение сердца») вследствие слабости сердечной мышцы, проявляющейся при переутомлении сердца или при ожирении его. При демонстрации строения и значения створчатых клапанов можно дать элементарное понятие о пороке сердца и о причинах его. Частой причиной приобретенного порока сердца является осложнение после ангины, когда микроорганизмы, занесенные током крови в сердце, вызывают утончение клапана и даже образование в нем отверстия. При захлопывании клапана через это отверстие струйка крови проходит обратно в предсердие, что прослушивается врачом в виде дополнительного шума.

Эти знания будут способствовать более внимательному отношению учащихся к советам врача — длительно выдерживать

больного ангиной в постели и освободить его на первое время после болезни от физкультуры.

**Выводы.** Сердце представляет собою мускулистый мешок. Оно сплошной мышечной перегородкою делится на две половины — правую и левую. Каждая половина состоит из двух камер — предсердия и желудочка, разделенных перегородкою с отверстием. В предсердиях мышечная стенка гораздо тоньше, чем в желудочках. Стенки левого желудочка намного толще правого.

Строение каждой части сердца находится в связи со значением этой части в работе сердца. Предсердия, перекачивающие кровь в желудочки, выполняют самую малую работу, а левый желудочек, нагнетающий кровь в большой круг кровообращения, — самую большую работу.

Ток крови в одном направлении (из предсердий в желудочки, из желудочков в артерии) обеспечивается действием сердечных клапанов, строение которых также обусловлено их функцией.

Знание строения и работы сердца необходимо для предупреждения заболеваний сердца.

**Примечание.** После демонстрационного вскрытия сердца полезно дать домашнюю письменную работу «Отчет о вскрытии сердца», предложив учащимся план для описания.

## **Работа 22. Демонстрация действия створчатых клапанов сердца**

*(По описанию П. И. Суворовой)*

**Цель** — дать четкое представление о строении и функции створчатых клапанов, обеспечивающих односторонний ток крови.

Крайне желательна демонстрация на уроке.

**Материал и оборудование:** 1) сердце крупного млекопитающего животного (свиньи, овцы, телят, коровы, лошади); 2) штатив с кольцом, диаметр которого равен диаметру поперечного сечения сердца на уровне предсердий; 3) ножницы; 4) острый скальпель; 5) пинцет; 6) тазик; 7) вода; 8) пробки; 9) полотенце; 10) прочные нитки; 11) игла.

**Методика и техника.** Сердце готовится к демонстрации перед уроком. Аорта и легочная артерия коротко обрезаются и их отверстия плотно закрываются пробками. Оба предсердия осторожно срезаются сверху. Сердце тщательно отмывается от сгустков крови, которые могут быть в предсердиях и в желудочках. Стенки предсердий осторожно растягиваются вокруг кольца, укрепленного в штативе, и пришиваются к нему. Общий вид установки опыта, подготовленного к демонстрации, изображен на рис. 17 и 18. Демонстрация опыта, проводимого учителем на уроке, совмещается с работой по вскрытию сердца крупного млекопитающего, так как этот опыт тесно связан по содержанию с работой по изучению строения сердца.

Опыт демонстрируется отдельным группам учащихся (4—6—8 чел.); сразу всем наблюдать за работой клапанов не представляется возможным.

*Ход опыта.* 1) наполнить желудочки водой, наливая ее сверху через отверстия растянутых предсердий; отметить, какое положение займут створчатые клапаны при наполнении желудочков водой; проследить, не препятствуют ли клапаны прохождению жидкости из предсердий в желудочки; 2) крепко сжать желудочки рукой и понаблюдать, какое положение примут при этом створчатые клапаны; поместить палец между створками клапана и отметить, с какой силой смыкаются створки при сжатии желудочков.

Учащимся предлагается на основании проделанных наблюдений ответить на вопросы:

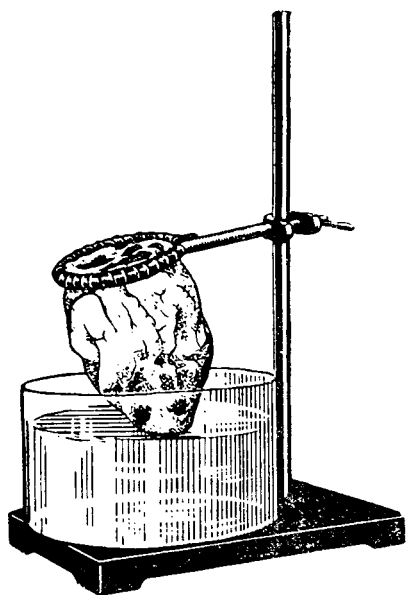


Рис. 17. Установка для демонстрации действия клапанов сердца.



Рис. 18. Сердце, пришитое к кольцу (вид сверху).

1. Когда и почему закрываются створчатые клапаны?

2. Чем объяснить, что при сжатии желудочков створчатые клапаны не перевортываются в сторону предсердий?

После демонстрации опыта всему классу учителем дается полное описание действия створчатых клапанов в нормально работающем сердце человека, обуславливающих (вместе с полулунными клапанами) односторонний ток крови во всем круговороте крови в теле человека.

**Вывод.** Односторонний ток крови в теле человека обеспечивается действием сердечных клапанов.

### Работа 23. Наблюдение движения крови в живом организме

Движение крови в живом организме в школьных условиях можно показать учащимся в плавательной перепонке, в языке и в брыжейке лягушки. Из всех указанных вариантов наиболее

удобной для урока является демонстрация движения крови в плавательной перепонке лягушки, так как забинтованная лягушка не отвлекает внимания учащихся от самого основного — от наблюдения за движением крови.

Наблюдения учащимися кровообращения в языке и в брыжейке лягушки могут быть проведены на занятиях кружка юных физиологов.

### Наблюдение кровообращения в лапке лягушки

#### Вариант первый

**Цель** — показать густую сеть капилляров, мелкие артерии и вены и дать конкретное представление о движении крови в живом организме.

Работа указана в программе как обязательная.

**Материал и оборудование:** 1) лягушка; 2) бинт или тряпочка; 3) булавки; 4) пробковая (деревянная или картонная пластинка); 5) штатив с кольцом или заменяющий его предмет для поддержания пластинки; 6) вата; 7) пипетка; 8) микроскоп; 9) нож или пробочное сверло.

**Методика и техника.** В одном углу пластинки при помощи пробочного сверла или ножа делается круглое отверстие величиной с десятикопеечную монету.

Лягушка бинтуется в мокрый бинт или тряпочку (перед бинтованием бинт целиком погружается в воду и отжимается не слишком сильно) так, чтобы одна из ее задних конечностей осталась свободной. Бинтовать следует плотно, но не слишком туго. Чтобы лягушка не имела возможности сгибать свободную конечность, к этой конечности прикладывается небольшая палочка; палочка должна доходить до стопы. Палочка прибинтовывается к конечности при помощи влажного бинта. Стопа остается свободной. Лягушка кладется на

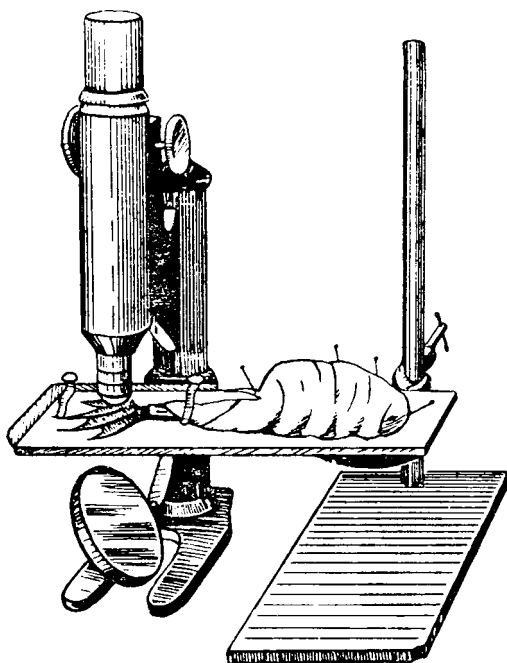


Рис. 19. Лягушка, приготовленная для наблюдения движения крови в плавательной перепонке.

пластинку брюхом вверх. Края марли прикалываются булавками к пластинке, чтобы лягушка лежала неподвижно. Над отверстием пластинки натягивается плавательная перепонка свободной лапки и укрепляется при помощи булавок. Булавки втыкаются не в палец лягушки, а в перепонку близ самого пальца. Сильно растягивать перепонку не следует, так как кровообращение в ней может прекратиться (рис. 19). Другой вариант укрепления лягушки см. на стр. 56.

Пластинку с прикрепленной лягушкой переносят на предметный столик микроскопа. Один конец пластинки кладется на столик микроскопа так, чтобы отверстие пластинки совпадало с отверстием столика, а другой конец пластинки кладется на кольцо штатива, поднятое до уровня столика микроскопа (рис. 19).

Препарат рассматривается при малом увеличении. Следует найти вены, артерии и капилляры. Капилляры легко определить по их размерам: в них красные тельца обычно движутся в один ряд, что следует рассмотреть под микроскопом.

Чтобы определить, находится ли в поле зрения вена или артерия, надо передвинуть препарат так, чтобы найти разветвление сосуда. Если кровь течет из сосуда в разветвления, то это — артерия. Если кровь из разветвлений собирается в общий сосуд — это вена (рис. 20).

В поле зрения микроскопа будут еще хорошо видны темные пигментные клетки, которые могут обратить на себя внимание учащихся. При большом увеличении следует рассмотреть движение крови в капиллярах. Время от времени плавательную перепонку следует смачивать водой при помощи пипетки или кисточки.



Рис. 20. Определение мелких сосудов, видимых под микроскопом, по направлению тока крови.

1 — артерии; 2 — вены.

### Вариант второй

Материал и оборудование: 1) то же, что в работе 23, вариант первый, кроме булавок и пробковой или заменяющей ее пластинки; 2) широкая сосновая лучина (около 5 см); 3) кусочки крепкой нитки; 4) тонкая веревочка.

**Методика и техника.** Прокалывание булавами кожи живой лягушки неприятно действует на некоторых впечатлительных детей, а поэтому можно применить иной способ укрепления лягушки, предложенный проф. С. А. Павловичем.

Берется широкая (около 5 см) сосновая лучина. Вырезается ножом фигура (рис. 21, слева). Длина ее равняется длине са-



мого тела лягушки от переднего конца головы до конца туловища; длина узкой полосы дощечки равна длине вытянутой задней ноги. На конце узкой части дощечки делается вырез. Длина рожков равна длине пальцев задней ноги. К концам двух соседних самых длинных пальцев задней ноги лягушки привязываются кусочки крепкой нитки. Затем лягушка бинтуется, как описано выше, и привязывается веревочкой (рис. 21, справа). Нога фиксируется вдоль узкой полосы дощечки ниткой поверх бумажного пояса, чтобы нитка не перетягивала кровеносных сосудов. Нитки на конце ноги прижимают пальцы к рожкам, перепонка натягивается над промежутком между ними, и свет от зеркала проходит сквозь нее. По окончании демонстрации лягушка на глазах учащегося пускается невредимой в банку.

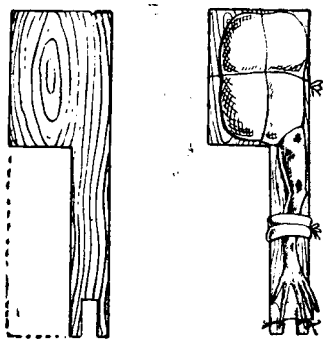


Рис. 21. Прием укрепления лягушки по-Павловичу (ориг.).

Вывод. Сеть капилляров, образующихся в результате ветвления мелких артерий, очень велика. В кровеносных сосудах кровь движется непрерывно, несмотря на то, что из сердца она попадает в артерии только в момент сокращения желудочков.

**Примечание.** Наблюдение кровообращения в лапке лягушки преподаватель должен использовать при разъяснении учащимся значения крови и кровообращения в живом организме.

Непрерывное движение крови обеспечивает бесперебойную доставку к органам питательных веществ и кислорода и удаление продуктов распада и окисления. Густая сеть капилляров обеспечивает хорошее снабжение органов кровью. Наблюдение движения крови в густой сети капилляров поможет учащимся понять, что кровь является внутренней средой организма, омывающей его клетки и ткани.

Наблюдение кровообращения в лапке лягушки необходимо использовать и при формировании понятия о физиологических взаимосвязях между органами, которые устанавливаются через кровь.

Демонстрация этого опыта крайне желательна и в курсе зоологии при изучении кровообращения у позвоночных.

### Кровообращение в языке лягушки

**Цель** — см. раб. 23.

**Материал и оборудование:** см. раб. 23.

**Методика и техника.** Отверстие в пластинке делается по средней линии пластинки, ближе к одной из коротких сторон ее. У лягушки разрушают иглой спинной мозг и головной мозг.

Затем ее прикалывают булавками к пластинке спиной вверх. Вытягивают язык и, осторожно растягивая, прикалывают его над отверстием в пробковой пластинке. Сильно растягивать язык не следует, так как кровообращение может остановиться (рис. 22). Во все время наблюдения кровообращения в языке необходимо его смачивать водой. Лягушку следует покрыть до головы двойным кусочком фильтровальной бумаги или ваткой,

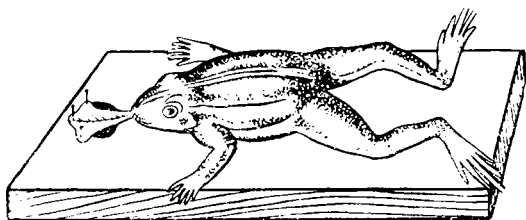


Рис. 22. Лягушка, приготовленная для наблюдения движения крови в языке.

смоченными в воде. В дальнейшем наблюдение ведется так же, как в работе 23. Наблюдение кровообращения в языке дает более отчетливую картину, чем в перепонке ноги, тем более, что там звездчатые пигментные клетки мешают ясности изображения.

**В ы в о д.** См. раб. 23, стр. 53.

**Примечание.** Этот вариант наблюдения движения крови в живом организме можно использовать в работе кружка.

### **Кровообращение в брыжейке лягушки**

**Цель** — см. раб. 23.

**Материал и оборудование:** те же, что и в работе 23.

**Добавление:** 1) физиологический раствор (0,65% NaCl); 2) отверстие в пластинке делается сбоку. К пластинке приклеивается пробковое кольцо так, чтобы оно окружало края отверстия. Величина отверстия равна 10-копечной монете (рис. 23).

**Методика и техника.** Лягушка с разрушенным спинным мозгом кладется на спину и прикалывается к доске с таким расчетом, чтобы одна из сторон брюшка приходилась как раз около отверстия с кольцом (рис. 23). Острыми тонкими ножницами прорезают боковую стенку тела (длина разреза  $1\frac{1}{2}$  см), находящуюся возле отверстия. Пинцетом осторожно вытягивают через разрез петлю кишки и кладут ее вокруг кольца около отверстия. При этом брыжейка ложится горизонтально и натягивается над отверстием. В кишку вкалываются две-три булавки, чтобы укрепить ее неподвижно. Натягивать сильно

брыжейку не следует. Брыжейка все время смачивается физиологическим раствором. В дальнейшем работа проводится так же, как сказано на стр. 55.

Преимущества наблюдения в брыжейке: 1) отсутствие пигментации, сильно мешающей наблюдению кровообращения в лапке; 2) большая тонкость перепонки допускает возможность наблюдать выход лейкоцитов из стенок сосудов; 3) возможность наблюдать образование тромба при поражении сосудов. Последнее наблюдается следующим образом.

Остро отточенной иглой (толщина ее проверяется под микроскопом) произвести укол в один из сосудов, наблюдаемых под микроскопом. Наступающее кровоизлияние вскоре прекращается вследствие образования тромба.

Примечание. Этот вариант наблюдения кровообращения в живом организме полезен для кружковой работы. Выходение лейкоцитов из сосуда и образование тромба при поражении сосуда возможно видеть только при длительном наблюдении.

#### Работа 24. Наблюдение над работающим сердцем лягушки

Цель — наблюдение над работой живого сердца.

Работа указана в программе как обязательная.

Материал и оборудование: 1) живая лягушка; 2) ванночка или пробковая пластинка; 3) инструменты для вскрытия; 4) часовое стекло (можно заменить куском тонкого стекла, тонким блюдечком для варенья); 5) физиологический раствор NaCl (0,65%); 6) булавки; 7) часы с секундной стрелкой или песочные часы на полминуты или на минуту (необязательно).

Рис. 23. Лягушка, приготовленная для наблюдения кровообращения в брыжейке.

1 — петля кишки; 2 — брыжейка;  
3 — пробковое кольцо.

Методика и техника. Изучение работы сердца лягушки необходимо провести в форме классных самостоятельных наблюдений учащихся, объединенных в небольшие группы.

Лягушки (по числу работающих групп) для наблюдения подготавливаются до урока. У лягушки длинной иглой разрушают головной и спинной мозг. Обездвиженную таким образом

лягушку кладут на пробковую или деревянную дощечку и прикалывают булавками брюшной стороной кверху. Обнажают сердце следующим образом: захватив пинцетом складку кожи на середине брюшка, делают надрез. Разрез кожи продолжают до челюсти. Захватив пинцетом нижний край грудины, приподнимают ее слегка и мышцы подрезают с обеих сторон грудины. Затем отделяют грудину от сердца, для чего под грудину вводится плашмя скальпель или ветвь ножниц, при помощи которых и разрушаются пленки соединительной ткани. Грудину приподнимают при помощи пинцета, затем перерезаются ключицы, вороньи кости и грудину удаляют. Бьющееся сердце становится хорошо заметным. Захватив осторожно сердечную сорочку пинцетом, вскрывают ее и тупой стороной пинцета освобождают бьющееся сердце. Лягушки с обнаженным бьющимся сердцем покрываются фильтровальной бумагой (или тонким слоем ваты), смоченной физиологическим раствором. В таком виде лягушки даются на уроке каждой группе учащихся.

#### **I Наблюдение над бьющимся сердцем вскрытой лягушки**

Учащимся предлагается провести следующие наблюдения:

- 1) на сердце лягушки найти два предсердия и желудочек;
- 2) определить, в какой последовательности сокращаются отделы сердца и когда происходит пауза;
- 3) подсчитать, сколько раз в минуту сокращается сердце.

Последняя часть работы может быть проведена одновременно всем классом под руководством учителя, имеющего часы с секундной стрелкой. По сигналу, данному учителем, учащиеся начинают счет сокращений желудочков сердца; через полминуты (или через минуту) по второму сигналу учителя подсчет заканчивается.

**В ы в о д ы:** 1. Сердце лягушки состоит из двух предсердий и одного желудочка. Предсердия темнокрасного цвета; мышечные стенки их тонкие. Желудочек имеет более толстые мышечные стенки розоватого цвета.

2. Отделы сердца лягушки сокращаются в определенной последовательности: сокращение предсердий, сокращение желудочка, общая пауза.

3. Сердца вскрытых лягушек сокращаются с различной частотой (от 25 до 45 сокращений в минуту). Количество сокращений сердца лягушки очень изменчиво, так как оно находится в зависимости от целого ряда условий.

**П р и м е ч а н и е.** Наблюдение учащихся за сокращением сердца должны быть использованы учителем при изложении материала о ритме сердечных сокращений и о нервной регуляции деятельности сердца.

## Работа 25. Демонстрация ритма сердечных сокращений

*Цель* — показать ритмические сокращения сердца.

### *Первый вариант*

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) универсальный мышечный столик; 3) физиологический раствор (0,65% NaCl); 4) пробковая или деревянная пластинка; 5) булавки; 6) пипетка.

**Методика и техника.** Перед уроком обездвиженную лягушку кладут на пробковую или деревянную пластинку, вскрывают и обнажают ее брюшное сердце (см. раб. 24). Захватив осторожно пинцетом верхушку сердца, протыкают ее крючком, соединенным с ниткой, перекинутой через блок мышечного столика. Общий вид установки опыта см. рис. 24.

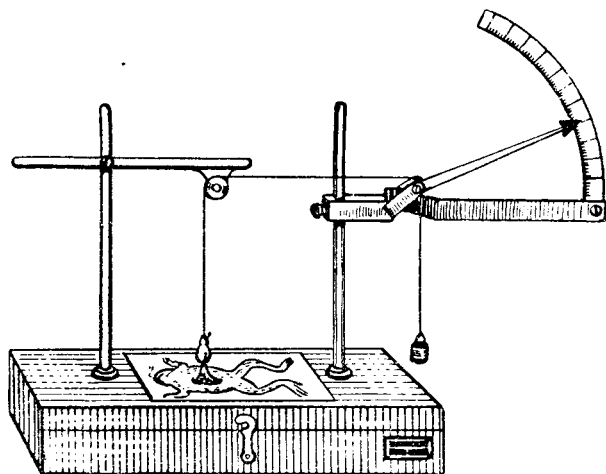


Рис. 24. Сердце лягушки на мышечном столике.

Сердце смачивается физиологическим раствором в течение всего опыта.

Каждое сокращение сердца будет отмечаться колебательным движением стрелки универсального мышечного столика.

По движению этой стрелки за сокращением сердца может наблюдать весь класс.

Во время демонстрации опыта учащимся предлагается наблюдать ритм сердечных сокращений и по числу колебаний стрелки мышечного столика определить количество биений сердца в одну минуту (прием подсчета см. в предыдущей работе).

**Вывод.** Сердце выполняет в течение жизни организма огромную работу, не приостанавливая ее ни на минуту. Причина неутомимости сердечной мышцы заключается в ритмич-

ности ее работы — в правильном чередовании сокращения и расслабления.

**Примечание.** Демонстрация этого опыта на уроке является желательной в том случае, когда не имеется возможности иметь достаточного количества лягушек для демонстрации сокращений сердца лягушки, описанной в предыдущей работе. При наличии одной лягушки этот опыт дает возможность продемонстрировать ритм сердечных сокращений не одному классу, а нескольким, так как при смачивании сердца физиологическим раствором оно будет работать очень долго.

Недостатком этого опыта является то, что учащиеся не видят сердца и его сокращений.

### *Второй вариант*

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) набор инструментов для вскрытия; 3) самодельный лягушечий кардиограф; 4) экран; 5) физиологический раствор (0,65% NaCl); 6) пробковая или деревянная пластинка; 7) булавки; 8) пипетка.

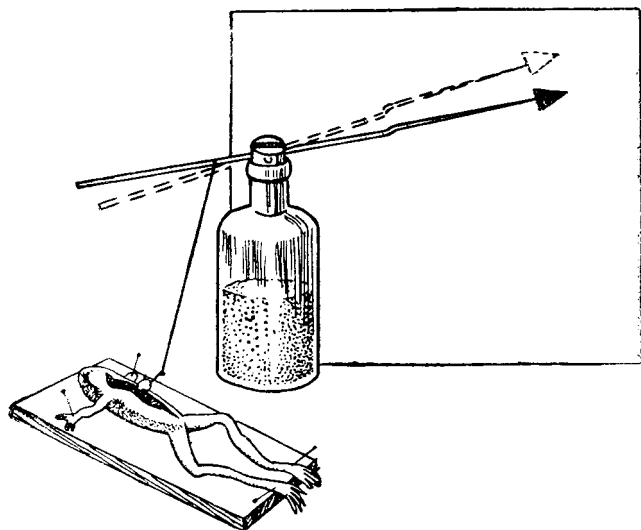


Рис. 25. Наблюдение за сокращением сердца лягушки при помощи самодельного кардиографа.

**Изготовление самодельного лягушечьего кардиографа (модель Корнакова) (рис. 25).** Берут бутылку и насыпают в нее до  $\frac{1}{2}$  песок, что делает ее устойчивой. К бутылке подбирают пробку. На широкой поверхности пробки делают острым ножом вырез шириной в 7 мм и глубиной 10—15 мм. Данные размеры могут быть изменены в зависимости от величины пробки.

Затем подбирают прямую соломинку (от пшеницы, ячменя и других злаков) длиной 50 см. На расстоянии 35 см от одного

конца накаленной иглой или булавкой в солоmine прожигают отверстие (поперек соломины). На расстоянии 5 см от этого отверстия по направлению к короткому концу укрепляют один конец тонкой нити. Нить привязывается к солоmine или при помощи тонкой иглы сначала продевается через середину соломины, а потом привязывается. К другому концу нити привязывается крючок, сделанный из тонкой булавки (лучше из энтомологической), или маленький тонкий рыболовный крючок, который во время опыта задевается за сердце лягушки. Длина нити должна быть такова, чтобы при собранном приборе крючок мог касаться сердца лягушки. На самый конец короткого отрезка соломины (короткого рычага) укрепляется легкий груз (приклеивается небольшой кусочек воска).

К длинному концу соломины в расщеп ее вставляется стрелка, вырезанная из тонкой, но плотной бумаги. Стрелка красится тушью в черный цвет. Соломина вводится в разрез, сделанный в пробке, так, чтобы отверстие, прожженное в солоmine, пришлось посредине разреза. Соломина укрепляется в разрезе пробки при помощи булавки, которая протыкается через край пробки, проходит через прокаленное отверстие соломины и втыкается в противоположную сторону пробки.

Булавка является осью, вокруг которой вращается соломина. Необходимо добиться того, чтобы движения соломины вокруг булавки были свободными. Чем длиннее большой конец соломины, тем заметнее будут движения стрелки. Подобный кардиограф работает хорошо и долго (рис. 25).

Можно приготовить главную часть кардиографа другим способом. В пробке, вставленной в горлышко бутылки, выреза не делается. В эту пробку на некотором расстоянии друг от друга вертикально втыкаются две большие, равной длины иглки, которые должны иметь одинаковые отверстия. Иголочки втыкаются так, чтобы ушки их с отверстиями находились на одной высоте. Через отверстия больших иглолок в горизонтальном направлении должна быть пропущена более тонкая игла, которая является осью для длинной соломины.

**Методика и техника.** Перед уроком обездвиженную лягушку вскрывают и обнажают ее бьющееся сердце (см. раб. 24). Захватив осторожно пинцетом верхушку сердца, протыкают ее крючком, соединенным с кардиографом. Кардиограф устанавливают так, чтобы нить с крючком, идущая от короткого рычага соломины к сердцу, была слегка натянута вертикально и отметчик, т. е. длинный рычаг соломины со стрелкою на конце, находился в слегка наклонном положении.

Сердце смачивается физиологическим раствором в продолжение всего опыта.

Каждое сокращение сердца будет отмечаться колебательным движением отметчика. За черной стрелкой, укрепленной на конце отметчика, ставится белый экран, что делает хорошо

заметными движениями отметчика. При вечернем освещении, когда лампа, освещающая всю установку, находится впереди кардиографа, на экран отбрасывается тень длинного рычага и стрелки. По движению этой тени за сокращением сердца может наблюдать очень большая аудитория.

Если в школе есть кимограф, то к длинному рычагу кардиографа прикрепляется перо для записи на кимографе. Пером может служить остросрезанный кусочек плотной бумаги. Если кончик соломины срезать косо острым ножом, то можно обойтись и без пера. Перо или острый конец соломины прикладывается к закопченному барабану, который пускается в ход. На барабане записывается кривая сокращений сердца.

Во время демонстрации опыта учащиеся наблюдают правильный ритм сердечных сокращений. Производится подсчет сокращений сердца лягушки в одну минуту (см. раб. 24).

Выводы — см. раб. 25, стр. 81.

Примечание. Самодельный кардиограф может обеспечить демонстрацию опыта при отсутствии в школе универсального мышечного столика.

## Работа 26. Подсчет пульса

*Цель* — дать элементарный навык подсчета пульса.

*Материал и оборудование:* часы с секундной стрелкой.

**Методика и техника.** Под руководством учителя учащиеся находят артерии, залегающие близко к поверхности кожи. Прикладывая пальцы к височной впадине вблизи наружного угла глаза (височная артерия), к углублению, находящемуся сейчас же внутри от лучевой кости, против большого пальца (лучевая артерия), на шее под углом нижней челюсти (сонная артерия) учащиеся прощупывают артерии и ощущают пульсацию их. Затем, на каждой парте один учащийся находит у соседа пульс на лучевой артерии, помещая концы трех пальцев руки на нижнюю поверхность запястья как раз около основания большого пальца (рис. 26).

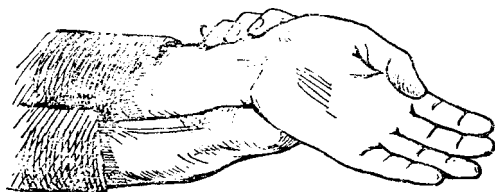


Рис. 26. Как найти пульс.

Когда пульс найден всеми, то по сигналу учителя учащиеся начинают подсчет пульса. Через 30 секунд или через минуту учитель дает второй сигнал, по которому подсчет заканчивается. Полученные данные записываются в тетрадь как «испытуемым», так и «экспериментатором».

На уроке следует ограничиться только показом и упражнением в нахождении пульса.



В порядке домашнего задания учащимся можно предложить исследование пульса при покое и сразу же после усиленной физической работы или после сильных физических упражнений, например, после нескольких приседаний или после бега. Учащиеся могут дома производить подсчет пульса у себя или у своего товарища. Полученные данные они должны записать в тетрадь. На следующем уроке эти данные сообщаются учителю. Наблюдения учащихся всего класса на уроке обобщаются.

**Вывод.** При работе пульс учащается; деятельность сердца приспособляется к потребностям организма в каждый данный момент. Организм человека представляет собою единое целое, все органы которого функционируют согласованно под влиянием нервной системы.

## **ОРГАНЫ ДЫХАНИЯ**

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И ДЕМОНСТРАЦИИ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ШКОЛЬНОЙ ПРОГРАММОЮ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

1. Изучение органов дыхания животного (млекопитающего) (см. раб. 27).
2. Демонстрация модели, выясняющей механизм вдоха и выдоха (см. раб. 31).
3. Определение жизненной емкости легких спирометром (см. раб. 34).
4. Обнаружение углекислого газа в выдыхаемом воздухе (см. раб. 32—33).
5. Передвижение мелких частиц по пищеводу лягушки (работа ресничного эпителия) (см. раб. 28).

### **Работа 27. Демонстрационное вскрытие легких крупного млекопитающего животного. Опыты с легким**

**Цель** — дать конкретное представление о строении легких млекопитающих животных, продемонстрировать эластичность легочной ткани и тесную связь между легкими и сердцем.

Работа является обязательной по программе.

**Материал и оборудование:** 1) легкие крупного млекопитающего (свиньи, овцы, теленка, коровы); лучше брать легкие вместе с сердцем; 2) большое блюдо (или доска), на которое кладутся органы дыхания; 3) инструменты для вскрытия (ножницы большие и малые); 4) набор стеклянных трубок различного диаметра для надувания легкого. Диаметр наибольшей трубки должен соответствовать диаметру трахеи. Тонкая трубка должна быть оттянута, концы всех трубок следует оплавить; 5) стакан с раствором марганцовокислого калия для дезинфекции тех концов стеклянных трубок, которые берутся в рот; 6) тарелка; 7) тарелка с ватными тампонами; 8) тазик с водой; 9) полотенце; 10) стеклянная палочка или трубочка с оплавленными концами; 11) 6—8 предметных стекол; 12) 6—8 луп.

**Методика и техника.** Для вскрытия желательно получить легкие вместе с сердцем, что даст возможность показать учащимся легочные артерии, идущие от сердца к легкому, вхождение их в легкое и разветвление на более мелкие сосуды, а также и легочные вены. Для вскрытия необходимо использовать свежие легкие, так как, в противном случае, легочная ткань теряет свою эластичность. Легкие желательно достать с трахеей, с пищеводом и с гортанью, без надрезов самого легкого. Демонстрация вскрытия легких крупного животного производится самим учителем. Перед уроком легкое обтирается влажным полотенцем.

**Внешний осмотр легких.** Легкие кладутся на блюдо так, чтобы передняя сторона их была обращена вверх, а трахея к вскрывающему их учителю.

Отмечается количество долей в каждом легком; верхушка легкого и основание; плевра.

Учащимся показывается нижняя широкая часть каждого легкого (основание) и суживающаяся сверху верхушка легкого. Производится подсчет количества долей в правом и левом легком. Каждая доля приподнимается пинцетом и показывается учащимся. У человека в правом легком три доли, а в левом — две; у крупных млекопитающих количество долей иное, что не должно смущать начинающего учителя.

Учащимся показывается, что снаружи все легкое покрыто тонкой, блестящей пленкой (плеврой), плотно срастающейся с тканью самого легкого. Удалять плевру при внешнем осмотре не рекомендуется, так как удаление небольшого участка плевры может помешать надуванию легкого.

Учащимся предлагается определить цвет спавшегося легкого.

Наконец, показывается, что между двумя легкими находится сердце.

### Дыхательные пути

Преподаватель находит и показывает учащимся гортань, трахею и прилегающую к задней стенке трахеи мягкую трубку — пищевод.

**Внешний осмотр гортани.** Преподаватель показывает учащимся, что стенки гортани состоят из хрящей. Следует показать и назвать щитовидный и перстневидный хрящи и обратить внимание на участки мускульной ткани. На задней стороне гортани хорошо видны мышцы, приводящие в движение черпаловидные хрящи. Внешний осмотр гортани заканчивается демонстрацией надгортанного хряща. Необходимо показать, как он закрывает вход в гортань во время глотания пищи и как он открывает этот вход во время дыхания.

**Внутреннее строение гортани животного.** Гортань отрезается с небольшим отрезком трахеи, для того чтобы ее удобнее было демонстрировать всем учащимся. Надгортанник удаляется. Уча-

щимся показывается верхнее отверстие гортани и голосовая щель, после чего задняя стенка гортани острым ланцетом разрезается вдоль и гортань раскрывается.

На раскрытой гортани следует показать, что изнутри она выстлана слизистой оболочкой. На раскрытой гортани хорошо видны складки слизистой оболочки — голосовые связки, которые необходимо показать всем учащимся и кратко рассказать о их значении.

**Трахея.** При осмотре трахеи следует отметить, что в стенке ее находятся неполные хрящевые кольца; в том месте, где к трахее прилегает пищевод (сзади), хрящей нет; во время прохождения по пищеводу пищи последний расширяется и несколько вдавливается внутрь трахеи. Можно в пищевод втолкнуть большую пробку или комок ваты для того, чтобы продемонстрировать это явление. Когда пробка из пищевода вынимается, то видно, что пищевод спадается. Стенки пищевода мягкие, мышечные. Сравнить с пищеводом трахею и показать, что хрящевые кольца держат трахею всегда открытой и обеспечивают свободный проход воздуха в легкое и обратно.

Отрезать от трахеи часть трубки (10—15 см). Отрезанную часть трахеи по задней мягкой стенке разрезать вдоль, раскрыть и показать учащимся, что изнутри трахея выстлана слизистой оболочкой. Поверхность ее влажная, слизистая (дать кому-либо из учащихся пощупать слизистую оболочку трахеи). Показать, что одной своей поверхностью слизистая оболочка плотно срастается с нижележащими тканями, а на той поверхности, которая обращена в полость трахеи, слизистая оболочка выстлана мерцательным эпителием. (Если учащиеся еще не знакомы с мерцательным эпителием, то следует кратко сказать об особенностях его строения, связанных с функцией.)

Демонстрация на вскрытой трахее слизистой оболочки имеет очень большое значение, так как учащиеся получают конкретное представление о той оболочке, с которой они так часто встречаются в школьном курсе анатомии и физиологии человека. Необходимо показать учащимся слизистую оболочку пищевода, для чего пищевод отделяется от трахеи и разрезается вдоль; на раскрытом пищеводе хорошо видна слизистая оболочка, выстилающая полость пищевода.

### Надувание легких

В трахею вставляется широкая стеклянная трубка, диаметр которой равен диаметру трахеи. При отсутствии такой трубки следует подобрать пробку, чтобы она возможно плотнее входила в отверстие гортани. В эту пробку вставляется стеклянная трубка.

Через верхний конец трубки, взятый в рот, в легкие до отказа вдвывается воздух. Прекратить надувание и показать уча-

щимся, что при этом происходит с легкими. Этот опыт следует проделать несколько раз. Обратит внимание учащихся на изменение цвета легкого при надувании (легкие становятся белее). При расширенных легких обратит внимание учащихся на форму нижней поверхности их. На надутых легких очень хорошо можно показать, что нижняя поверхность их, прилегающая к диафрагме, имеет вид купола.

Производя «вдох» и «выдох», не следует при выпускании воздуха из легких допускать полного спадения их. Необходимо при этом указать, что в живом организме во время выдыха также не происходит полного спадения легких.

Этот опыт дает учащимся конкретное представление об изменении объема легких при вдохе и выдохе и (разница поражает учащихся) при спадении легкого; он дает учащимся ясное представление о том, что спадение легких при выдохе происходит пассивно вследствие эластичности стенок легочных пузырьков.

### Вскрытие легкого

**Бронхи. Легочные пузырьки.** Из трахеи вынимается трубка, используемая для надувания, и трахея ножницами режется вдоль до самого легкого. Необходимо как можно шире раскрыть разрезанную трахею и дать возможность учащимся заглянуть внутрь ее. Хорошо видны отверстия крупных бронхов. Для большей убедительности в каждое из отверстий можно ввести стеклянную палочку, при помощи которой показать, что один крупный бронх ведет в одну легкое, а другой — в другое легкое. Вставив стеклянную палочку в один из бронхов, следует вскрыть этот бронх, т. е. сделать ножницами разрез вдоль бронха, ведя его по направлению палочки. При вскрытии бронха приходится разрезать не только стенку бронхов, но и розовую массу легкого.

Раскрыв вскрытый бронх, осмотреть его внутреннюю поверхность. При осмотре крупных бронхов показать, что хрящевые кольца в их стенках полные. Это связано с тем, что здесь уже нет прилегающего к ним пищевода, расширяющегося при каждом прохождении по нему пищи.

Следует показать, что в стенках разрезанных бронхов, залегающих уже внутри легкого, также имеются хрящи, благодаря чему путь для воздуха всегда широко открыт. Внутренняя поверхность бронхов выстлана слизистой оболочкой, покрытой мерцательным эпителием.

На раскрытом бронхе следует показать большое количество отверстий, ведущих в более мелкие разветвления бронха. Вставить стеклянную трубку в одну из отверстий и вдуть с силою воздух в трубку. Учащиеся увидят, что при этом расширяется

только определенная часть легкого. Вставить трубку в другое отверстие. При вдувании воздуха в это отверстие будет расширяться другая часть легкого. Этот опыт показывает учащимся, что каждая ветвь бронха своими разветвлениями обслуживает определенную часть легкого. Для надувания легких через мелкие бронхи следует использовать трубки с оттянутыми концами. Воспользовавшись маленькими ножницами, следует вскрыть несколько мелких разветвлений бронхов и продолжать вскрытие их до тех пор, до каких это можно сделать. Все разрезанные ветки бронхов раскрыть и показать учащимся общую картину разветвления крупного бронха на более мелкие. Самые мелкие веточки бронха (бронхиолы) заканчиваются легочными пузырьками, из которых в основном и состоит розовая масса легкого. Следует отрезать небольшой кусок легкого и бросить его в тазик с водой. Учащиеся увидят, что легкое в воде плавает (отсюда его название), так как в легочных пузырьках всегда остается некоторое количество воздуха.

Отрезав несколько кусочков легкого, положить их на стекла и вместе с лупами дать учащимся для рассмотрения под лупою легочных пузырьков.

При рассмотрении вскрытого легкого рекомендуется дать учащимся элементарное представление о некоторых болезнях легкого: бронхит — воспаление слизистой оболочки бронхов; воспаление легких — воспалительный процесс в самих легочных пузырьках; туберкулез — разрушение нежной ткани легкого бактериями (туберкулезной палочкой); плеврит — воспаление плевры. Очень полезно в этот момент удалить с поверхности легкого пленочку плевры и показать, какая это тонкая и прозрачная ткань.

### **Легочная артерия**

Необходимо показать учащимся, что в легкое входит ветка легочной артерии. Если для вскрытия используются легкие без сердца, то следует тщательно осмотреть то место, где бронх входит в легкое. Недалеко от места вхождения бронха в легкое следует найти довольно крупное зияющее отверстие легочной артерии. Введя в это отверстие стеклянную палочку, показать учащимся, что эта артерия входит в легкое, принося из сердца венозную кровь. Не вынимая палочки из артерии, вскрыть артерию вдоль и раскрыть ее (при вскрытии артерии приходится резать и розовую ткань легкого). На вскрытой артерии показать ее разветвления. Слегка сдавить легкое и показать, что из отверстий, ведущих в разветвления легочной артерии, выступает кровь. Вставив тонкую трубочку в одно из отверстий, попробовать надуть легкое. Легкое не надувается. Обратит внимание на то, что отверстия перерезанных артерий открыты, так как упругие стенки артерий не спадаются. Воспользовавшись

маленькими ножницами, вскрыть несколько разветвлений легочной артерии. Рассказать учащимся, что мелкие веточки легочной артерии распадаются на капилляры, оплетающие легочные пузырьки.

Обратить внимание учащихся, что более крупные ветки артерии расположены рядом с ветками бронхов.

Перерезать где-нибудь легкое поперек. На поперечном разрезе показать в поперечном сечении более крупный бронх и около него открытое отверстие артерии. Если сжать легкие, то еще выступают капельки крови из спавшихся отверстий вен.

Если для вскрытия используется легкое, взятое вместе с сердцем, то демонстрация легочной артерии может быть проведена более интересно. Раздвинув легкие, следует обнажить сердце. Найти правый желудочек сердца и в стенке его скальпелем сделать небольшой разрез. Введя в этот разрез стеклянную палочку, продвинуть ее в легочную артерию. Продвигая палочку все дальше и дальше, можно ввести ее в одно из легких и, следовательно, наглядно показать, как легочная артерия, выйдя из сердца, входит в легкое, и что путь ее очень короток. Не вынимая палочки из легкого в стенке артерии, находящейся вне легкого, сделать скальпелем разрез. В прорезанное отверстие ввести ветвь ножниц и вскрыть артерию, ведя разрез по палочке в сторону легкого. Продвигая палочку все дальше и дальше в глубь легкого, продолжать вскрытие артерии, находящейся в легком.

Со вскрытой артерией провести ту работу, которая описана выше.

Показать, что от сердца отходит одна легочная артерия, но она скоро делится на две ветки. В каждое легкое входит одна ветка легочной артерии.

### **Легочные вены**

Если легкие взяты для вскрытия без сердца, то начинающему учителю трудно найти отверстия легочных вен, выходящих из легкого близ входа легочной артерии, так как стенки вен спадаются. Значительно легче показать учащимся легочные вены в том случае, когда легкие взяты вместе с сердцем. В левом предсердии сердца скальпелем прорезается небольшое отверстие, в которое вводится стеклянная палочка. Концом стеклянной палочки следует найти место входа одной из легочных вен. Продвинув в эту вену как можно дальше стеклянную палочку, показать, что палочка попала в легкое. Осмотрев тщательно стеклянную палочку вне легкого, можно найти и показать учащимся эту легочную вену, стенки которой очень тонки. Скальпелем следует прорезать в стенке вены небольшое отверстие, ввести в него ветвь ножниц и вскрывать вену, ведя разрез вдоль по палочке, по направлению к легкому. Продвигая

палочку все дальше и дальше в глубь легкого, продолжать вскрытие вены в самом легком. На вскрытой вене показать ее тонкие стенки. Сравнить стенки бронха, артерии и вены. На вскрытой вене показать отверстия ее мелких веток. Маленькими ножницами вскрыть несколько мелких веток легочной вены. Вспомнить с учащимися, где начинаются легочные вены. На вскрытом легком показать, как мелкие вены соединяются, образуя более крупные вены. Из каждого легкого выходят две вены, несущие артериальную кровь в левое предсердие. Следовательно, при вскрытии легкого важно показать не только дыхательные пути и розовую массу, состоящую из легочных пузырьков, но и кровеносные сосуды. В условиях школьного вскрытия невозможно наглядно показать связь легкого с нервной системой. Однако необходимо с предельной ясностью разъяснить учащимся, что в стенках легочных пузырьков имеются окончания нерва, по которому возбуждения, возникающие в нервных окончаниях при растяжении или при спадении легочных пузырьков, проводятся в головной мозг, в дыхательный центр.

Вскрытие заканчивается подведением итогов. В качестве домашнего задания учащимся может быть предложено описание вскрытия легких.

**Вывод.** Строение легких соответствует их значению в жизни организма. Дыхательные пути, имеющие в своих стенках хрящи, обеспечивают свободный доступ атмосферного воздуха к легким. Общая поверхность всех легочных пузырьков очень велика, что создает благоприятные условия для газообмена между кровью и воздухом. Легкие обильно снабжены кровью. Сердце, расположенное между легкими, связано с ними малым кругом кровообращения.

Эластичность легочной ткани дает легким возможность расширяться при вдохе и спадаться при выдохе, что имеет большое значение в процессе дыхания. Легкое связано с нервной системой; в стенках легочных пузырьков находятся окончания нерва, по которому возбуждение может проводиться в головной мозг.

## **Работа 28. Мерцательный эпителий пёба лягушки**

**Цель** — дать конкретное представление о функции мерцательного эпителия.

Демонстрация работы мерцательного эпителия является обязательной.

### *Первый вариант*

#### **Передвижение мелких частиц по пёбу лягушки**

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) препаративная ванночка или доска; 3) набор препаративных инструментов; 4) булавки; 5) вода; 6) пипетка; 7) полотенце; 8) физиологический рас-

твор (0,65% NaCl); 9) кусочек сырой печени или пробковый шарик диаметром 2—3 мм.

**Методика и техника.** Подготовка лягушки для опыта производится самим педагогом. Надо завернуть живую лягушку в полотенце, оставив открытым позвоночник. Быстрым движением втыкается сбоку позвоночника близ черепа одна ветвь ножниц и перерезается позвоночный столб. Длинная игла вводится в отверстие канала позвоночного столба, а затем в затылочное отверстие для разрушения спинного и головного мозга лягушки. После этого лягушка кладется в ванночку или на препаровальную доску брюхом вверх и прикалывается ко дну ванночки так, как это обычно делается при вскрытии. Затем у лягушки отрезается нижняя челюсть (рис. 27).

Предварительная перерезка позвоночного столба вызывает довольно сильное наружное кровотечение, а поэтому при отрезании нижней челюсти кровоизлияние бывает незначительное или его совсем не бывает, что и создает благоприятные условия для работы. Слизистая оболочка нёба смачивается каплей воды при помощи пипетки. На нёбо лягушки при помощи пинцета кладется маленький кусочек печени, маленький пробковый шарик или, наконец, отрезанный кончик пальца лягушки. Размеры предмета, положенного на нёбо лягушки, не должны превышать 2—3 мм в диаметре. Нижний конец ванночки или доски, на которой лежит лягушка, слегка приподнимается вверх. Это делается для того, чтобы показать, что мерцательный эпителий способен продвигать частицы против направления силы тяжести.



Рис. 27. Движение кусочка пробки по нёбу лягушки. Нижняя челюсть удалена.

Через несколько секунд положенный на нёбо лягушки предмет начинает двигаться по направлению к глотке и исчезает в ней. Если имеется только одна лягушка, то учитель обходит класс, объединяя поочередно для наблюдения группы учащихся в 5—6 человек, кладя на нёбо лягушки каждый раз новый кусочек. При наличии большого количества лягушек и инструментов опыт ставится как лабораторная работа. Приготовленная для опыта лягушка дается на группу учащихся в 3—4 человека. Учащимся предлагается смочить нёбо лягушки каплей воды из пипетки и положить на нёбо маленький кусочек печени, пробковый шарик или кончик пальца, который они отрезают у этой же лягушки.



**Вывод.** Мерцательный эпителий обладает свойством передвигать в одном направлении мелкие частички, попавшие на его поверхность. Особенность этой функции мерцательного эпителия находится в тесной связи с особенностями строения этой ткани.

**Примечание.** Этот вариант демонстрации мерцательного эпителия наиболее удобен для урока, так как общий вид лягушки с отрезанной нижней челюстью не вызывает неприятного впечатления у учащихся.

### *Второй вариант*

#### **Передвижение мелких частиц по пищеводу лягушки**

**Цель** — см. раб. 28, стр. 70.

**Материал и оборудование:** 1) то же, что в первом варианте; 2) щепотка угольного порошка; 3) очень тонкая стеклянная палочка или соломина.

**Методика и техника.** Приготовление лягушки для опыта см. в первом варианте. После отрезания нижней челюсти в пищевод лягушки вставляется тонкая стеклянная палочка (или трубочка) или соломина. По этой соломине вскрывается пищевод по всей его длине. Развернув пищевод, насыпать на слизистую оболочку щепотку угольного порошка. Хорошо видно передвижение крупинок угля по направлению к желудку.

**Примечание.** Второй вариант рекомендуется для самостоятельной работы учащихся в кружке.

### **Работа 29. Мерцательный эпителий под микроскопом**

**Цель** — показать движение ресничек мерцательного эпителия и на примере живой ткани продемонстрировать единство формы и функции.

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) микроскоп; 3) инструменты для вскрытия; 4) ванночка или тарелка; 5) физиологический раствор (0,65% NaCl); 6) предметное стекло; 7) пипетка; 8) покровное стекло.

**Методика и техника.** Лягушка готовится к опыту так, как это указано в работе 28. У лягушки вырезается небольшой кусочек слизистой оболочки нёба ближе к глотке. Отрезанный кусочек помещается в каплю физиологического раствора на предметное стекло. В каплю прибавить небольшое количество угля в порошок. Под микроскопом при малом увеличении находится край препарата, где можно различить бесцветный слой клеток мерцательного эпителия. При малом увеличении отдельных ресничек не видно, видна поверхность, волнующаяся, как поле ржи при ветре. Следует обратить внимание на движение красных кровяных телец и частиц угля, которые отскакивают от поверхности эпителия, отталкиваемые ресничками. При боль-

шом увеличении можно рассмотреть отдельные реснички и их движение.

**Вывод.** Свойство мерцательного эпителия передвигать в одном направлении мельчайшие частички, попавшие на его поверхность, обусловлено наличием на поверхности этой ткани живых ресничек, которые своими движениями и вызывают передвижение мелких частиц в определенном направлении.

**Примечание.** Описанные работы интересны тем, что дают возможность в школах, где нет микроскопа, продемонстрировать живую ткань и выяснить ее значение.

Демонстрация живого мерцательного эпителия желательна не в теме «Организм как единое целое», а в теме «Дыхание», так как в таком случае изучение ткани не отрывается от изучения того органа, в состав которого она входит у человека; функция ткани будет лучше усвоена учащимися. У человека мерцательный эпителий выстилает дыхательные пути и играет большую роль в процессе очищения вдыхаемого воздуха от пыли. Демонстрация указанных опытов и наблюдение живой ткани под микроскопом поможет учащимся понять защитную функцию этой ткани, лучше усвоить понятие о единстве формы и функции и принцип единства теории и практики. Защитная роль этого эпителия имеет особенно большое значение у людей, работающих в пыльном воздухе (забойщики в шахтах, рабочие в табачном производстве и т. п.).

### **Работа 30. Измерение сантиметровой лентой окружности грудной клетки после сильного выдыха и глубокого вдоха**

**Цель** — показать, что при вдохе объем грудной клетки увеличивается, при выдыхе уменьшается.

**Материал и оборудование:** сантиметровая лента (для портных).

**Методика и техника.** Для опыта к столу учителя вызывается ученик или ученица с хорошо развитой грудной клеткой. Степень развития грудной клетки можно проверить заранее, определив при помощи спирометра жизненную емкость легких у нескольких учеников.

На уроке учащемуся предлагается сделать самый глубокий вдох и самый сильный выдох. Сантиметровой лентой учитель измеряет окружность груди при самом глубоком вдохе и при самом сильном выдыхе. Измерительная лента накладывается вокруг грудной клетки. Сбоку она должна лежать под руками (подмышками), а спереди на уровне сосков. Цифровые данные записываются учащимися в тетрадь. Опыт повторить 2—3 раза.

**Вывод.** При вдохе объем грудной клетки увеличивается, при выдыхе уменьшается.

**Примечание.** Опыт является желательным для демонстрации на уроке по теме «Механизм дыхания». Данные этого наблюдения используются учителем при изложении учебного материала о механизме дыхания. Необходимо объяснить, что вдох является процессом активным: он вызывается сокращением наружных межреберных мышц, при котором происходит поворачивание и поднятие ребер, и сокращением диафрагмы. Выдых есть процесс пассивный, так как связан с расслаблением мышц. Сокращение дыхательных мышц происходит при помощи нервной системы.

## Работа 31. Значение изменения объема грудной клетки при вдохе и выдохе

**Цель** — выяснение значения изменения объема грудной клетки для присасывания воздуха легкими.

**Материал и оборудование:** 1) усыпленная крыса или мышь; 2) инструменты для вскрытия; 3) стеклянная банка без дна с широким верхним отверстием; 4) пробка, хорошо подобранная к верхнему отверстию банки; 5) кусок резиновой пленки от детского воздушного шара или от тонкой резиновой камеры футбольного или детского мяча; 6) пуговица, нитки суровые; 7) стеклянная трубка; 8) резиновое кольцо; 9) сверло; 10) простые ножницы.

Кусок резиновой пленки может быть заменен большой стеклянной банкой с водой.

Для усложненного опыта: 1) стеклянный тройник; 2) водяной манометр; 3) 2 отрезка резиновой трубки; 4) изогнутая стеклянная трубка.

**Методика и техника.** Стеклянная банка без дна затягивается снизу резиной. Предварительно посередине отрезка резиновой пленки кладется пуговица, которая обтягивается резиновой пленкой. Последняя при помощи нитки обвязывается вокруг пуговицы. Вместо пуговицы при помощи резинового клея к резиновой пленке можно приклеить пробку или петлю из резины. Слегка натянув резиновую пленку, привязывают ее при помощи тонкой бечевки или крепких суровых ниток к нижнему отверстию стекла или банки. В верхнее отверстие стеклянной банки вставляют пробку, через которую пропущена стеклянная трубка. На нижний конец стеклянной трубки надевают резиновое колечко. На этот конец трубки насаживается и привязывается трахея с бронхами и легкими, только что взятыми от усыпленной кошки или крысы (рис. 28).

Рис. 28. Прибор для выяснения значения изменения объема грудной клетки.

Если верхнее отверстие банки, представляющей собой модель грудной клетки, невелико, то сначала следует закрыть верхнее отверстие пробкой, затем привязать трахею с легкими к нижнему концу стеклянной трубки и вставить трубку в пробку, подводя ее снизу, а потом уже привязывать к нижнему концу модели резиновую пленку. При наличии широкого верхнего отверстия, легкие, укрепленные на нижнем конце стеклянной трубки, вводятся в банку через верхнее отверстие. Если потянуть за пуговицу

или колечко резинового дна, то объем стеклянной банки, изображающей грудную полость, увеличивается, и внутри ее создается разреженное пространство. Воздух из окружающего пространства через стеклянную трубку устремляется в легкие, растягивает их. Если отпустить резиновое дно, оно возвращается в прежнее положение, объем модели грудной клетки становится прежним, и легкие, благодаря своей эластичности, спадаются. Усложнение опыта заключается в том, что в пробке делается второе отверстие, через которое вставляется изогнутая стеклянная трубка. Трубка эта при помощи стеклянного тройника соединяется с водяным манометром, который будет показывать изменение давления внутри прибора. На нижнюю ветку тройника плотно надевается отрезок резиновой трубки, зажатый зажимом. В начале опыта давление внутри стеклянного колокола делают отрицательным путем высасывания воздуха через трубку, которую потом закрывают. Высасывание можно произвести и ртом. Под влиянием высасывания легкое слегка расширяется, а резиновая стенка выгибается внутрь колокола. Затем, подражая дыхательным движениям, оттягивают резиновую диафрагму книзу за пуговицу или крючок (вдох) и дают ей вслед за этим возвратиться к прежнему положению (выдох) (рис. 28). При отсутствии резиновой пленки изменение объема модели грудной клетки можно получить иначе. Нижний конец модели грудной клетки опускают в банку с водой как можно глубже. Нельзя допустить, однако, прикосновения легких к воде. Затем модель приподнимается, но не вынимается из воды. При поднятии модели легкие расширяются. Опускание и поднятие модели грудной клетки следует произвести несколько раз подряд, чтобы учащиеся имели возможность установить, что при увеличении объема модели грудной клетки (при приподнятии ее) легкие расширяются, а при уменьшении объема модели грудной клетки (при опускании ее более глубоко в воду) легкие спадаются.

Вывод. Поступление воздуха в легкие и выход его обратно зависят от изменения объема грудной клетки, который при спокойном дыхании зависит от состояния наружных межреберных мышц и диафрагмы. Сокращения дыхательных мышц регулируются нервной системой.

### **Работа 32. Изменение состава воздуха при дыхании**

*Цель* — показать различное содержание углекислого газа во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе.

Опыт, демонстрирующий изменение состава воздуха при дыхании, является обязательным для урока по теме «Газообмен в легких и тканях». Из всех вариантов этого опыта, описанных в данном руководстве, наилучшим для VIII класса является второй вариант, который обеспечивает четкий показ разницы

между вдыхаемым и выдыхаемым воздухом в отношении содержания углекислого газа.

Первый вариант слишком прост для учащихся VIII класса. Он с успехом может быть использован в шестом классе при ознакомлении учащихся с процессом дыхания у животных.

Третий или четвертый варианты могут быть использованы при отсутствии оборудования для постановки опыта во втором варианте.

### *Первый вариант*

**Материал и оборудование:** 1) 2 пробирки; 2) известковая вода (можно заменить баритовой); 3) стеклянная трубка, согнутая под прямым углом, оттянутая на одном конце и оплавленная на другом; 4) подставка для пробирок.

**Примечание.** Известковая вода покупается в аптеке или изготавливается в школе следующим образом: в банку с водой насыпают гашеную известь и сильно взбалтывают. Когда известь осядет на дно, то воду сливают и фильтруют через фильтровальную бумагу. Известковая вода должна быть совершенно прозрачной. Она хранится в бутылке закупоренной, так как от воздуха она мутнеет.

**Методика и техника.** В пробирки наполовину наливают известковой воды. Одна пробирка оставляется в штативе. В другую опускается оттянутый конец стеклянной трубки. Делается медленный глубокий вдох и выдох. При выдохе берется в рот оплавленный конец трубки, опущенной в известковую воду, и выдох производится только через рот. Во всех вариантах этого опыта очень важно выдыхать до конца. Необходимо, чтобы через известковую воду проходил воздух из глубоких частей легкого.

Выдыхаемый воздух по трубке проходит через известковую воду. Вода быстро мутится. Известковая вода пробирки, через которую пропущен выдыхаемый воздух, сравнивается с известковой водой, находящейся в первой контрольной пробирке.

### *Второй вариант*

**Материал и оборудование:** 1) известковая вода; 2) 2 стеклянные банки; могут быть использованы бутылки из-под молока или кефира; 3) стеклянный тройничок; 4) отрезки стеклянных трубок; 5) отрезки каучуковой трубки; 6) 2 пробки, подобранные к стеклянным банкам; 7) пробочное сверло.

**Методика и техника.** Составляется прибор, показанный на рис. 29, 31 (*а* — стеклянный наконечник; *б* — стеклянный тройничок).

Стеклянный наконечник *а* хорошо оплавляется. Пробки должны быть хорошо подобраны. В банки до половины наливается известковая вода. Желательно залить пробки расплавленным парафином или воском. Обратить внимание на положение

ние трубок внутри банок, так как при другом расположении и взаимоотношении длинных и коротких концов трубок опыт не выйдет. Перед демонстрацией действие прибора проверяется. Наконечник *а* берется в рот и через него производится медленное вдыхание и выдыхание

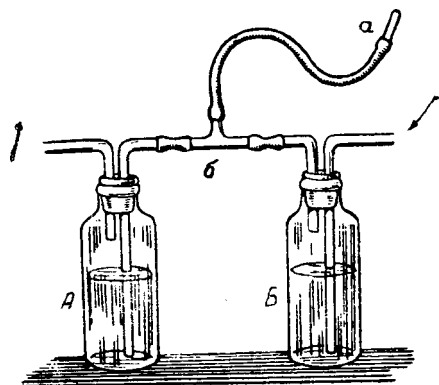


Рис. 29. Прибор для разделения вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.

*а* — стеклянный наконечник; *б* — стеклянный тройничок; *А*, *Б* — сосуды с известковой или баритовой водой.

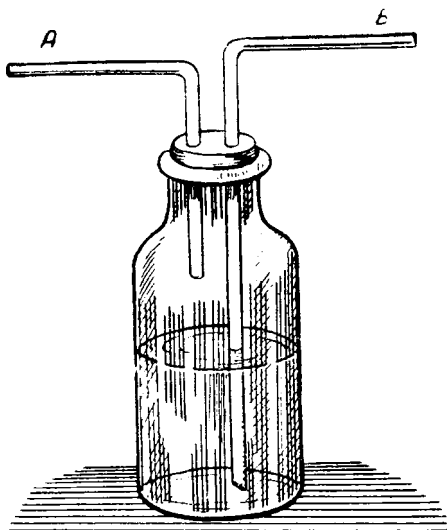


Рис. 30. Прибор для наблюдения различия состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.

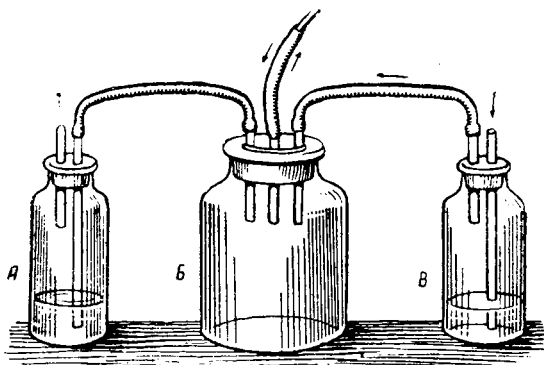


Рис. 31. Прибор для разделения вдыхаемого и выдыхаемого воздуха.

*А*, *В* — сосуды с известковой или баритовой водой; *Б* — сосуд без воды.

воздуха несколько раз. Выдыхаемый воздух пройдет через известковую воду в левой баночке, а вдыхаемый — попадет в рот, пройдя через известковую воду правой баночки. В левой

баночке А известковая вода быстро помутнеет, а в баночке Б она будет прозрачной. Долго дышать не следует, так как вдыхаемый воздух содержит некоторое количество углекислого газа, который при длительном прохождении воздуха через известковую воду может вызвать легкое помутнение ее.

### Третий вариант

(По Ягдовскому)

Материал и оборудование: то же, что для предыдущего опыта, кроме тройничка и резиновых трубок. Банка может быть только одна (рис. 30).

**Методика и техника.** При наличии одной банки через трубку А сделать 10 вдохов. Если опыт ведется в конце урока, то при этом может образоваться заметное помутнение жидкости. После этого жидкость сливают в стакан. В прибор наливают новую порцию известковой воды и делают 10 выдыхов через трубку В.

В обоих случаях через жидкость проходит одинаковое количество воздуха, а количество образовавшегося осадка во втором случае гораздо больше, чем в первом. При наличии двух банок следует одновременно использовать два прибора: через один производятся вдохи, через другой — выдыхи.

Данный вариант дает возможность поставить опыт при отсутствии тройничка и каучуковых трубок.

### Четвертый вариант

Материал и оборудование: 1) стеклянные банки; 2) 3 пробки к ним; 3) отрезки стеклянных трубок; 4) отрезки каучуковых трубок; 5) известковая вода.

**Методика и техника.** Прибор составляется без стеклянного тройничка, который заменяется банкой, закрытой пробкой с тремя отверстиями.

В среднюю банку известковая вода не наливается. Во всем остальном опыт ведется, как и в варианте 2-м (рис. 31).

Рис. 32. Склепка для опыта по тканевому дыханию.

**Выводы.** Выдыхаемый воздух, содержащий большое количество углекислого газа, вызывает быстрое помутнение известковой воды, так как при пропускании углекислого газа через известковую воду образуется нерастворимый осадок:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ . Если вместо известковой воды взята баритовая вода, то реакция идет по следующей формуле:  $\text{Ba(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

### **Работа 33. Обнаружение углекислого газа в выдыхаемом воздухе и в пробирке, где сокращалась лапка лягушки**

**Цель** — показать, что живая ткань дышит, что при тканевом дыхании выделяется углекислый газ.

Опыт является обязательным для урока по теме «Газообмен в легких и тканях». Из двух вариантов, описанных в данном руководстве, для молодого преподавателя следует рекомендовать первый вариант опыта. Второй вариант опыта требует от учителя тщательной предварительной подготовки и большого опыта экспериментальной работы.

#### *Первый вариант*

**Материал и оборудование:** 1) пробирка с известковой или баритовой водой; 2) стеклянная трубка с оплавленными концами; 3) 3 широкие пробирки (диаметр 3—4 см) с плотно пригнанными пробками; 4) две лапки лягушки со снятой кожей и отпрепарированным нервом; 5) 2 крючка; 6) известковая или баритовая вода; 7) источник электрического тока с проводами; 8) поваренная соль.

Пробирки могут быть заменены высокими узкими склянками с широкими горлышками (рис. 32). Такие склянки иногда встречаются как посуда для соусов. Обычная узкая пробирка плоха тем, что сокращающаяся лапка сразу прилипает к стеклу, и интенсивность ее работы тогда проявляется очень слабо.

**Методика и техника.** Результаты опыта по тканевому обмену бывают ясны через 30—40 минут. Учитывая эту особенность эксперимента, необходимо ставить опыт в начале урока, чтобы к концу его получить ощутимые результаты.

#### **Обнаружение углекислого газа в выдыхаемом воздухе — см. раб.**

**Вывод.** Выдыхаемый воздух содержит большое количество углекислого газа, так как в легких воздух обогащается углекислым газом, который выделяется из непрерывно притекающей крови. Кровь насыщается углекислым газом, циркулируя по всему организму.

#### **Обнаружение углекислого газа в пробирке, где сокращалась лапка лягушки**

В начале урока учащимся демонстрируются две пробирки: 1) на дно первой пробирки налито небольшое количество (3—4 см<sup>3</sup>) баритовой или известковой воды, пробирка плотно закрыта пробкой (контроль); 2) во второй пробирке имеется такое же количество известковой или баритовой воды и живая лапка лягушки с удаленной кожей и с отпрепарированным нервом; мышцы лягушки сокращаются. Сокращение мышц лапки вызывается путем раздражения нерва солью (кристаллик соли



кладется на нерв) или электрическим током. При использовании электрического тока в качестве раздражителя опыт идет лучше, но он технически сложнее. Через пробку пробирки пропускаются две тоненькие изолированные проволоочки, соединенные с источником электрического тока. Одна проволоочка вдавливается вглубь на 1 см длиннее другой. Концы проволоки освобождаются от обмотки, подчищаются ножом и присоединяются к отпрепарированному нерву лапки, прикрепленной к пробке. В цепь включается электрическая кнопка или ключ для размыкания и замыкания тока. Замыкание и размыкание тока производится ритмично в течение нескольких минут. При замыкании и размыкании тока мышцы лапки будут сокращаться (рис. 33).

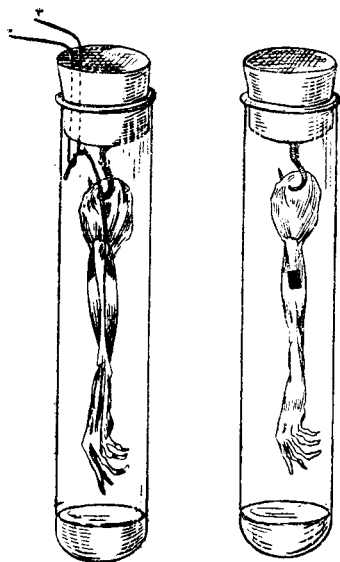


Рис. 33. Опыт по тканевому газообмену.

Обе пробирки помещаются в теплое место (около печки, около батареи центрального отопления, в люминостаг и т. п.). Результат опыта учитывается в конце урока путем сравнения состояния баритовой или известковой воды в двух пробирках.

1. В первой пробирке (где не было лапки лягушки) баритовая (или известковая) вода остается прозрачной.

2. Во второй пробирке, где мышцы лягушки энергично сокращались в течение всего опыта, заметно помутнение баритовой воды (или известковой) или появление на поверхности воды налета нерастворимого  $\text{CaCO}_3$  или  $\text{BaCO}_3$ . Удалив лапку

и встряхнув пробирку несколько раз, можно видеть появление заметной мути.

**Вывод.** Помутнение баритовой (или известковой) воды во второй пробирке было вызвано выделением углекислого газа живыми мышцами лапки лягушки, что доказывает наличие газообмена в живых тканях. В работающих мышцах газообмен происходит интенсивнее. Образующийся в живых тканях углекислый газ уносится кровью, которая освобождается от него в легких. Выдыхаемый воздух содержит большое количество углекислого газа.

#### *Второй вариант*

Некоторые авторы (П. И. Суворова и др.) предлагают при демонстрации тканевого дыхания взять три пробирки: 1) в первой пробирке, закрытой пробкой, находится 3—4 см<sup>3</sup> баритовой

или известковой воды; 2) во вторую пробирку с тем же количеством известковой или баритовой воды помещается лапка лягушки с отпрепарированным нервом, находящаяся в покое; 3) в третьей пробирке с тем же количеством известковой или баритовой воды находится лапка лягушки, мышцы которой сокращаются. Во всем остальном техника и методика демонстрации опыта такова, как и в первом варианте. Преимущество этого варианта опыта заключается в том, что он показывает, как происходит газообмен в живой мышце не только при деятельном ее состоянии, но и во время покоя, т. е. постоянно. Недостатком этого варианта является то, что вследствие слабого обмена веществ в неработающих мышцах лапки лягушки в течение урока не всегда удастся получить хотя бы слабое помутнение известковой или баритовой воды.

Преподавателю следует тщательно овладеть техникой постановки этого опыта.

### Работа 34. Определение дыхательного воздуха и жизненной емкости легких спирометром

*Цель* — показать вентиляцию легких при различных условиях дыхания.

Работа указывается программой как обязательная.

Материал и оборудование: 1) спирометр самодельный или медицинский; 2) стакан со слабым раствором марганцовокислого калия.

**Изготовление самодельного спирометра.** Взять четвертную или другую бутылку, объемом 4—5 литров. С наружной стороны вдоль бутылки наклеить полоску бумаги. Наливать в бутылку мензуркою по 100 см<sup>3</sup> воды и отмечать каждый раз на полоске бумаги уровень налитой воды, ставя цифры: 100, 200, 300 и т. д. Продолжать наливать воду с отметкой каждой порции воды до наполнения всей бутылки. Таким образом наклеенная снаружи полоска бумаги превращается в измерительную линейку (рис. 34).

Перед опытом самодельный спирометр (бутылку с измерительной линейкой) наполняется доверху водой и закрывается стеклом или пальцем. Закрытая бутылка переворачивается дном вверх. Горлышко бутылки опускается в таз с водой. Под



Рис. 34. Изготовление спирометра из бутылки.

водой бутылка открывается. Под водой в горлышко бутылки вставляется изогнутая стеклянная трубка, на свободном конце которой при помощи резиновой трубки может быть надет стеклянный наконечник (см. рис. 35). Вместо стеклянной трубки можно воспользоваться резиновой трубкой со стеклянным наконечником.

**Определение дыхательного воздуха.** Проздезинфицировав конец трубки спирометра, предложить учащемуся взять трубку в рот. Держа трубку во рту, ученик должен сделать через нос обычный нормальный вдох, а выдох (обычный, спокойный) он должен сделать в трубку спирометра. Выдыхаемый воздух проникнет в бутылку и вытеснит из нее воду. Объем выделенного из

легких воздуха определяется по измерительной линейке. Во время измерения объема воздуха бутылка держится вертикально.

Объем дыхательного воздуха, т. е. воздуха, выходящего из легких при нормальном выдохе, равен в среднем  $500\text{ см}^3$ , а часто и значительно меньше.

**Определение жизненной емкости легких.** Предложить учащемуся сделать глубокий вдох, взять в рот трубку спирометра и через нее медленно сделать выдох до отказа. Когда выдыхание закончено, то бутылка спирометра придается вертикальное положение и по измерительной линейке определяется объем воздуха, выпущенного из легких при данных условиях.

Жизненная емкость легких взрослых людей колеблется от  $3000$  до  $5000\text{ см}^3$ . У учащихся она значительно меньше.

Выполнение первого и второго опыта предлагается одному и тому же учащемуся. Данные первого и второго опыта сравниваются.

**Вывод.** При обычном спокойном дыхании при каждом дыхательном движении вентилируется сравнительно небольшая часть находящегося в легких воздуха. Такая вентиляция воздуха не является достаточной. Глубокое дыхание хорошо вентилирует воздух в легких и способствует усиленному обмену газов. Во время дыхания следует обращать внимание не только на глубокий вдох, но и на выдох, стараясь удалить из легких как можно больше воздуха. С целью усиления дыхания можно рекомендовать бег на месте.

**Примечание.** Опыт по определению дыхательного воздуха и жизненной емкости можно проводить и с медицинским спирометром. Преиму-

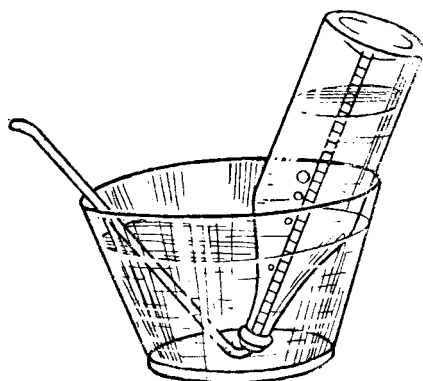


Рис. 35. Самодельный спирометр.

щество самодельного спирометра заключается в том, что учащиеся видят тот воздух, который выпущен из легких. Самодельный спирометр лучше обеспечивает формирование конкретных представлений об объемах дыхательного воздуха и жизненной емкости легких.

### **Работа 35. Подсчет дыхательных движений**

*Цель* — произвести подсчет числа дыхательных движений человека при покое и после усиленной физической работы, чтобы показать, что изменение деятельности одного органа сейчас же сказывается на состоянии других органов.

Эта работа не является обязательной для проведения ее на уроке. Она может быть выполнена учащимися дома при наличии со стороны учителя четких инструктивных указаний к ее проведению. Данные, полученные учащимися, обобщаются на уроке под руководством учителя.

Опытный учитель, хорошо владеющий классом, может провести эту работу на уроке. При наличии хорошей дисциплины опыт идет быстро и всегда дает интересные данные для демонстрации единства организма.

Ниже дается описание этой работы для проведения ее на уроке. В этом описании содержатся данные для инструктажа, который следует дать учащимся в том случае, если выполнение этой работы будет дано в качестве домашнего задания.

**Материал и оборудование:** часы с секундной стрелкой или песочные часы на одну минуту.

**Методика и техника.** Работа проводится на уроке под руководством учителя, имеющего на руках часы.

Учащиеся спокойно сидят за своими столами, положив одну руку на грудь. По сигналу учителя, учащиеся начинают подсчитывать свои дыхательные движения. Вдох и выдох считать одним дыхательным движением.

С целью получить наиболее нормальное спокойное дыхание полезно автоматизировать подсчет. Ученикам предлагается взять в правую руку карандаш и подложить под него тетрадь, а левую руку положить на верхнюю часть груди. Начав по команде учителя подсчет, ученик должен при вдохе заносить карандаш, а при выдохе делать широкое движение кистью руки обратно вниз и чертить легкую косую линию на бумаге. Рекомендуется учащимся закрыть глаза, не обращая внимания на соседей, спокойно делать штрихи. Иначе учащиеся начинают «регулировать» дыхание и уклоняются от нормы. Через полминуты учитель дает сигнал окончания, предлагает учащимся подсчитать черточки и полученный результат помножить на 2, чтобы получить счет дыхательных движений в минуту. Паузу в целую минуту редкий класс выдерживает спокойно.

Если работа проведена серьезно, без помех, то она даст почти точную цифру дыхательных движений при покое — 18—20 в одну минуту (у взрослого 12—16 в минуту).

Предложить учащимся встать, сжать кисти в кулак, согнуть руки в локте, подводя кулаки к плечу, и делать в течение минуты резкие и сильные движения обеими руками, поднимая руки вверх и опуская их вниз, подводя кулаки опять к плечу (движения в локтевом и плечевом суставе). Движения начинаются и кончаются по сигналу учителя.

По сигналу учителя, учащиеся садятся и производят подсчет дыхательных движений в минуту. Полученное число сравнивается с числом дыхательных движений при спокойном состоянии. Количество дыхательных движений после усиленных движений резко увеличивается. Полученные данные заносятся учащимися в тетради.

Вывод. Число дыхательных движений во время физической работы заметно увеличивается. Это увеличение связано с усилением обмена веществ в работающих мышцах. Опыт показывает, что организм человека представляет собою единое целое: изменение деятельности одного органа сейчас же сказывается на состоянии других органов, которые при участии нервной системы быстро приспосабливаются к потребностям организма.

Проведенная работа позволяет решить ряд задач, которые могут быть даны на дом в качестве домашнего задания.

1) Зная, что при каждом дыхательном движении человек (в среднем) пропускает через легкие  $500\text{ см}^3$  воздуха, и принимая число дыхательных движений в минуту 18, подсчитать, сколько воздуха проходит через легкие человека при спокойном дыхании в 1 минуту, в 1 час, в сутки.

2) Зная, что во вдыхаемом воздухе содержится 20% кислорода, высчитать, сколько чистого кислорода пропускает человек через свои легкие в сутки при условии спокойного дыхания.

3) Зная, что выдыхаемый воздух содержит лишь 16% кислорода, высчитать, сколько кислорода потребляет человек в 1 час, в сутки при условии спокойного дыхания.

Сколько учащиеся класса потребляют кислорода в 1 час, в один урок (45 мин.)?

4) Зная, что выдыхаемый воздух содержит 4% углекислого газа, подсчитать, сколько один человек выделяет углекислого газа в 1 минуту, в 1 час, сколько выделяют его учащиеся класса в 1 час, в один урок (45 мин.).

Те же задачи решаются и по отношению к человеку, выполняющему физическую работу в течение часа и восьми часов.

Решение всех этих задач дает хороший материал для беседы о борьбе за свежий воздух, о санитарно-гигиенических мероприятиях в классе и дома.

## Работа 36. Исследование воздуха жилых помещений

(Опыт Ягдовского)

*Цель* — дать конкретное представление об изменении состава воздуха в жилом помещении, где находится большое количество людей.

Рекомендуется для внеклассной работы.

Материал и оборудование: 1) два прибора (см. рис. 30);  
2) известковая вода.

*Методика и техника.* В каждый прибор наливается известковая вода; класс перед уроком тщательно проветривается.

В начале урока один из учащихся производит 10 возможно более глубоких вдохов через трубку, взятую в рот. Обычно известковая вода при этом остается прозрачной.

В конце урока тот же ученик проделывает этот опыт с другим прибором. Известковая вода в сосуде заметно мутится.

Поставить оба сосуда рядом и предложить классу сделать вывод.

*Вывод.* К концу урока в воздухе классной комнаты значительно увеличивается количество углекислого газа, что вызывает необходимость тщательного проветривания класса по переменам.

## Работа 37. Ознакомление с приемами искусственного дыхания

*Цель* — практическое ознакомление с одним из приемов искусственного дыхания.

Эта работа имеет большое значение в деле реализации в школьном курсе физиологии принципа единства теории и практики, характерного для физиологического учения И. П. Павлова.

Целый ряд трудностей технического и педагогического характера затрудняет проведение этой работы на уроке.

Она должна быть вынесена на внеклассные занятия, обязательные для всех учащихся. На внеклассных занятиях эта работа может быть поставлена как практическое занятие.

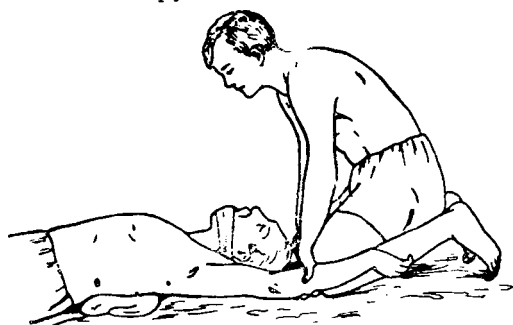
Материал и оборудование: 1) коврик или чистый половичок;  
2) полено, завернутое в байковое одеяло.

*Методика и техника.* Один из приемов искусственного дыхания демонстрируется на уроке при рассмотрении вопроса о подаче первой помощи при отравлении газом или при утоплении.

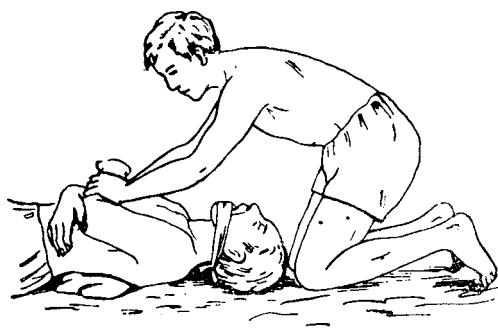
На пол кладется коврик. Учащийся, который будет изображать пострадавшего, ложится на коврик, а остальные учащиеся располагаются полукругом так, чтобы все могли видеть демонстрацию приемов искусственного дыхания, производимую учителем.

Для того чтобы производить искусственное дыхание хорошо иметь обученного помощника.

Пострадавшего кладут на спину, слегка приподняв плечи его подложенными под лопатки подушкой, комком одежды, поленом или чем-либо подобным. Оказывающий помощь становится у изголовья пострадавшего, а помощник сбоку. Первый, стоящий у изголовья, берет пострадавшего за предплечья около локтевого сгиба, поднимает руки вверх, а потом тянет их к себе; затем опускает руки и довольно крепко прижимает их к бокам грудной клетки. Помощнику следует встать лицом к пострадавшему, опуститься на колени, поместившись как бы верхом на пострадавшем.



А



Б

Рис. 36. Искусственное дыхание.

В то время, когда руки прижимаются к груди, и помощник обхватывает руками с обеих сторон нижнюю часть грудной клетки и верхнюю часть живота и сдавливает их. Оба лица, производящие искусственное дыхание, должны следить за движениями друг друга и действовать согласно. В виду того, что при этом имеет место подражание нормальному дыханию, которое у взрослого человека совершается около 16 раз в минуту, то и искусственное дыхание должно совершаться так же часто, т. е. поднятие и опускание рук вместе должно длиться около 4 се-

кунд. Таким образом будем иметь: поднятие рук вверх (раз, два), небольшую паузу и опускание их вниз (три, четыре). Этот способ искусственного дыхания основан на том, что при приподнятии рук вверх и кнаружи, растягивается грудная клетка при помощи мышц, прикрепляющихся одним концом к плечевой кости, а другим к нескольким ребрам. При оттягивании рук ребра приподнимаются и производится искусственный вдох. При опускании рук вниз и при прижатии их к бокам, объем грудной клетки уменьшается и воздух выталкивается из легких. Выдыханию способствует и помощник, сдавливающий нижние ребра

и верхнюю часть живота, благодаря чему грудобрюшная преграда подымается вверх (рис. 36).

Благоприятные результаты, т. е. появление правильного нормального дыхания, могут быть получены через полчаса, час и позже. Прекращать искусственное дыхание раньше чем спустя час и более нельзя.

При наличии отравления газом к искусственному дыханию приступают, обеспечив пострадавшего свежим воздухом (открыть окна, вынести на воздух). Обрызгивание груди холодной водой, шекотание в ноздрах или во рту может способствовать появлению произвольного вдоха.

При оказании помощи утопающему его следует раздеть, покрыть сухой одеждой, положить на живот, под лоб ему подложить его же руку, колени его подогнуть под живот и надавливать ему руками на спину; при этом может выделяться большое количество воды через рот. Вода не выделяется в том случае, если у утопающего быстро наступил обморок, при котором происходит судороги гортанной щели и вода не попадает в легкие.

После этого пострадавшего следует положить на бок, открыть ему рот, ввести пальцы глубже в глотку и постараться хорошенько вычистить ее от тины, песка и жидкости. Затем уже можно приступить к искусственному дыханию.

При производстве искусственного дыхания необходимо следить, чтобы язык больного не запал кзади и не закрывал гортани.

Все это необходимо сообщить перед демонстрацией приемов искусственного дыхания.

**В ы в о д ы.** Знание механизма дыхательных движений дает нам возможность вернуть жизнь человеку.

Необходимо овладеть техникой искусственного дыхания, чтобы иметь возможность оказать помощь в любой момент.

## **ОРГАНЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ**

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И ДЕМОНСТРАЦИИ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПРОГРАММОЮ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

1. Действие слюны на крахмал (см. раб. 53).
2. Действие желудочного сока на белок (см. раб. 54).
3. Микроскопический препарат среза тонкой кишки (ворсинка) — демонстрация готового гистологического препарата.

### **Работа 38. Строение органов пищеварения**

*Цель* — дать конкретное представление о расположении и строении органов пищеварения на примере млекопитающего животного, указать на особенности строения каждого отдела,



связанные со значением этого отдела в процессе пищеварения, и подчеркнуть связь органов пищеварения через нервную систему, кровь и лимфу со всеми другими частями организма. Демонстрация вскрытой кошки при изучении органов пищеварения не является обязательной, а только желательной, так как в результате этой работы учащиеся получают конкретные представления о тканях, из которых состоят органы пищеварения, о сальнике, о брыжейке, о кровеносных и лимфатических сосудах, отходящих от тонких кишок и т. д. При предварительной подготовке животного демонстрация вскрытой кошки укладывается в один урок.

**Материал и оборудование:** 1) кошка; 2) хлороформ или эфир для усыпления кошки; 3) вата; 4) воронка из картона; 5) бинт; 6) препаровальная доска; 7) инструменты для вскрытия: ножницы, скальпель, два пинцета; 8) стеклянная трубка с оттянутым концом для надувания легких; 9) небольшие ватные тампоны на тарелке; 10) раствор марганцовокислого калия; 11) железная банка из-под консервов для складывания грязных ватных тампонов; 12) большая препаровальная ванночка или доска для раскладывания органов пищеварения; 13) четыре веревки для укрепления животного на препаровальной доске; 14) полотенце; 15) вода; 16) стеклянная палочка (длиной около 30 см) или деревянная с округленными концами; 17) несколько часовых стекол или блюдец; 18) несколько луп; 19) таблица — строение пищеварительной системы человека.

**Методика и техника.** Для демонстрации строения органов пищеварения рекомендуется взять кошку, а не кролика, у которого кишечник имеет слишком большие отличия от кишечника человека.

Усыпление животного следует произвести минут за 30 до урока в отсутствие учащихся. Заранее следует сшить из картона воронку такой величины, чтобы в нее входила морда кошки до самых глаз. Перед усыплением кошку необходимо хорошо спеленать полотенцем, которое следует сколоть булавками. Комок ваты хорошо смачивается хлороформом или эфиром, вдвигается в глубину картонной воронки, которая не должна иметь узкого отверстия. Эта маска с хлороформом надевается на морду кошки и прибинтовывается к ней. Кошку можно покрыть большим тазом.

Маску с хлороформом следует снять лишь тогда, когда сердце совсем перестанет биться. Когда сокращение сердца прекратится и животное начнет холодеть, его следует положить брюшной стороной вверх на препаровальную доску, которая должна быть длиннее и шире, чем величина животного. По углам доски предварительно должны быть вбиты 4 гвоздя, загнутые в наружные стороны. К этим гвоздям веревки привязывают за лапки животное, расправив его на доске брюхом вверх. Шерсть на брюхе при помощи мокрой ваты обильно смачивают водой и разглаживают ее «на пробор» по средней линии тела. В нижней части брюха около мочевого отверстия кожа захватывается пинцетом и оттягивается вверх;

в этом месте ножницами делается небольшой прорез кожи. В этот прорез вставляется в продольном направлении тупая ручка скальпеля; ею кожа отделяется от мышц. Разрез кожи ведется по средней линии тела от мочеполювого отверстия до челюсти. Чтобы не прорезать мышечного слоя рекомендуется по линии разреза подводить под кожу ручку скальпеля и вести разрез над нею. По окончании разреза кожи следует отделить ее от мышечного слоя, разрушая соединительную ткань тупой стороной лезвия скальпеля, оттянуть кожу в стороны и показать учащимся обнаженные мышечные стенки брюшной и грудной полостей.

Захватив мышечный слой пинцетом около мочеполювого отверстия, следует скальпелем сделать в нем небольшой прорез. Чтобы при вскрытии не повредить внутренних органов, рекомендуется в сделанное отверстие ввести ручку скальпеля в продольном направлении и разрез вести над ручкой скальпеля, продвигая ее по линии разреза все ближе и ближе к грудине. Разрез мышечной стенки сделать в продольном направлении по средней линии тела до грудной кости. Отвернуть мышечные стенки брюшной полости в стороны.

До урока следует также вскрыть и грудную полость. Диафрагма протыкается ножницами около ребер. Ножницами ведется разрез по окружности диафрагмы близ места прикрепления ее для того, чтобы сохранить ее целиком. Ножницами перерезаются ребра с правой и левой стороны до самой шеи и удаляется вся передняя часть грудной клетки, в результате чего будет обнажено сердце с лежащими по бокам легкими. Вскрытая кошка демонстрируется на уроке.

Изучение органов брюшной полости начинается с рассмотрения сальника.

**Сальник.** Все органы брюшной полости, как передником, покрыты сальником. Взять сальник, приподнять его и показать учащимся, что большой сальник представляет собою часть брюшины, охватывающей желудок и свешивающейся вниз в форме покрывала, прикрывающего все внутренние органы брюшной полости. На растянутом вверх сальнике показать, что основой его является соединительная ткань, обладающая свойством накапливать большие количества жира, и указать значение его. Сальник защищает внутренние органы от потери тепла, способствует мягкому скольжению органов, предохраняя их от трения, а также несет защитную функцию, являясь местом образования блуждающих клеток, способных к фагоцитозу. Для демонстрации защитного значения сальника можно рассказать учащимся о работах профессора Ю. А. Ратнера и хирурга А. К. Шипова, широко использовавших во время Великой Отечественной войны сальник для заживления гнойных ран или язв, которые обычно заживают очень медленно, нередко несколько лет. Куски сальника, заложенные в рану,

останавливали размножение микробов, ускоряли заживление ран, прекращали кровотечение.

Завернув сальник на переднюю часть туловища, следует показать учащимся общую картину расположения органов брюшной полости у кошки и сравнить с изображенным на таблице расположением органов брюшной полости человека. Предложить учащимся показать на себе, где находится желудок, печень, слепая кишка.

**Перистальтика кишок.** Чтобы вызвать сокращения мышц тонких кишок, следует ручкою ланцета ударить 2—3 раза по обнаженному кишечнику, так чтобы к кишкам прикасалась широкая сторона ручки. Наложение на органы брюшной полости сразу после вскрытия тряпки или ваты, смоченной в теплом физиологическом растворе, способствует сохранению перистальтики.

**Брыжейка.** Приподняв одну из петель тонкой кишки, продемонстрировать совершенно прозрачную брыжейку. Необходимо разъяснить, что брыжейка — это складка брюшины, что весь кишечник подвешен на брыжейке, которая прикрепляется к поясничным позвонкам.

С целью пояснения указанного значения брыжейки следует взять полотенце (брюшина) и, вложив в сложенное поперек полотенце руку (кишка), подвесить ее на полотенце.

Брыжейка, как и вся брюшина, состоит из соединительной ткани, содержащей эластические волокна. Снаружи брыжейка, как и сальник, покрыта одним слоем плоских эпителиальных клеток. При демонстрации брыжейки привлечь внимание учащихся на хорошо заметные кровеносные сосуды и на отношение последних к кишкам. Наиболее тонкие сосуды отходят от стенок тонкой кишки, а затем, соединяясь, они становятся более крупными. В брыжейке залегают и другие, наполненные белым содержимым сосуды, также идущие от стенок тонкой кишки. Это лимфатические сосуды. Необходимо разъяснить учащимся, что по этим кровеносным и лимфатическим сосудам вместе с кровью и лимфой уносятся из кишечника переваренные пищевые вещества, и вспомнить роль крови в обеспечении физиологических взаимосвязей между частями организма.

**Диафрагма.** Откинув весь комок кишок в левую сторону, оттянуть вниз печень и желудок и показать всем учащимся мускульную перегородку или диафрагму, которая отделяет грудную полость от брюшной.

**Органы пищеварения.** Рассмотрение органов пищеварения следует начать с ротовой полости и пищевода. Раскрыв рот кошки, показать учащимся язык и зубы, а затем на таблице продемонстрировать особенности зубной системы человека, связанные с иным способом его питания. Чтобы отыскать пищевод, в ротовую полость вставляется небольшая (30 см) палочка с оплавленным концом (или деревянная с отточенным концом).

Эта палочка осторожно вводится в пищевод и продвигается до желудка, что дает учащимся конкретное представление о том, что из ротовой полости пища действительно поступает в желудок. Конец палочки, упирающейся в стенку желудка, легко заметить и обнаружить на ощупь. Обнаружив таким образом пищевод, необходимо показать, что он залегает позади трахен и представляет собою мягкую спадающуюся трубку. Продемонстрировать, что при удалении палочки, пищевод спадается. Пищевод следует перевязать, а затем перерезать выше места перевязки. Придерживая отрезанный конец пищевода, можно его отпрепарировать до диафрагмы и показать, что он прободает диафрагму и в брюшной полости непосредственно переходит в желудок. Приподняв пищевод за нитку, необходимо показать желудок и двенадцатиперстную кишку, которая образует петлю, огибающую поджелудочную железу. Небольшие дольки этой железы похожи на скопления жира, а поэтому ее трудно найти. Чтобы рассмотреть дольки поджелудочной железы, надо осторожно растянуть петлю двенадцатиперстной кишки. Необходимо показать учащимся и проток поджелудочной железы, который входит в двенадцатиперстную кишку.

Показывая учащимся печень, необходимо подчеркнуть связь печени с органами пищеварения. Учащимся следует предложить самим описать размеры печени, ее цвет, сосчитать число долей. На нижней поверхности печени найти и показать желчный пузырь и его проток, впадающий в двенадцатиперстную кишку.

На таблице или на муляже следует показать расположение желудка, двенадцатиперстной кишки, поджелудочной железы и место впадения протоков поджелудочной железы и желчного пузыря в двенадцатиперстную кишку, отметив, что у человека желчный проток открывается в задней стенке нисходящей части двенадцатиперстной кишки вместе с выводным протоком поджелудочной железы.

Указав на то, что желчь и сок поджелудочной железы, изливающиеся в двенадцатиперстную кишку, имеют большое значение в процессе пищеварения, следует перейти к распутыванию кишки, для чего следует весь кишечник вместе с печенью и диафрагмой перенести на доску. Прежде чем это сделать, необходимо сначала перевязать прямую кишку близ заднепроходного отверстия, а затем перерезать ниже места перевязки.

При распутывании кишок следует сохранить петлю двенадцатиперстной кишки. Распутывание кишок производится с большой осторожностью путем подрезания брыжейки. Когда дело дойдет до слепой кишки, то следует привлечь внимание учащихся и продемонстрировать место перехода тонкой кишки в толстую (в слепую) и отросток слепой кишки. На таблице показать слепую кишку и ее отросток у человека.

Когда будет закончено распутывание отдела толстых кишок, то можно измерить длину тела кошки от конца морды до анального отверстия и длину кишечника и предложить учащимся определить отношение этих величин. После этого весь кишечник следует расположить на доске так, как он расположен в организме, и предложить кому-либо из учащихся показать и назвать все части его.

### Изучение отдельных частей пищеварительного тракта

**Желудок.** Обратить внимание учащихся на то, что желудок представляет собою расширенную часть пищеварительной трубки. Предложить учащимся описать форму желудка и показать выпуклую часть его, называемую большой кривизной. Вскрыть желудок и обратить внимание на состояние пищевой массы. Освободить желудок от пищевой массы, обернуть комком мокрой ваты его внутреннюю поверхность и приступить к изучению строения желудка. Показать мышечный слой, состоящий из гладких мышц, и утолщение мышц (привратник) на границе между желудком и тонкой кишкой. При сокращении мышц привратника закрывается выход из желудка в кишку. Показать слизистую оболочку желудка, образующую складки, которые увеличивают внутреннюю поверхность желудка, что имеет большое значение для процесса пищеварения, так как в слизистой оболочке находятся микроскопические желудочные железки, вырабатывающие пищеварительный сок — желудочный сок. Необходимо дать возможность всем учащимся рассмотреть складки слизистой оболочки.

Указать, что в стенке желудка находится большое количество кровеносных сосудов, что желудок снабжается веточками блуждающего нерва и симпатического нерва, при помощи которых происходит рефлекторная регуляция деятельности желез и мышц.

**Тонкая кишка.** Взрезать вдоль тонкую кишку в средней ее части и обратить внимание учащихся на состояние пищевой массы. В этом отделе кишечника пищевая кашица будет совсем жидкой, что является результатом действия на пищу пищеварительных соков (спросить каких?) и желчи. Показать слой гладких мышц, выяснить значение кольцевых и продольных мышц в передвижении пищевых масс. Обратить внимание учащихся на складки слизистой оболочки тонких кишок и выяснить значение этой складчатости — увеличение всасывающей поверхности. Указать, что в слизистой оболочке тонкой кишки расположены микроскопические железки, которые выделяют кишечный сок.

При вскрытии тонкой кишки кошки очень часто в ней обнаруживаются черви-паразиты (ленточные или круглые), которых

следует удалить при помощи пинцета и сейчас же положить в спирт или в раствор формалина. С особым вниманием следует рассмотреть поверхность тонких кишок. Часть кишки следует вырезать, разрезать на части. Эти кусочки следует положить в блюдечки или на часовые стекла с водой и передать учащимся для рассматривания их под лупою. Учащиеся увидят, что внутренняя поверхность кишки покрыта большим количеством сосочков — ворсинок, благодаря которым значительно увеличивается поверхность слизистой оболочки тонких кишок.

При демонстрации строения тонкой кишки необходимо указать, что в стенках ее находится большое количество кровеносных сосудов и нервных сплетений, содержащих многочисленные нервные клетки, что в стенке тонкой кишки оканчиваются своими разветвлениями нервы. Одни из них вызывают ослабление перистальтики, другие — усиление ее.

**Толстая кишка.** При демонстрации толстой кишки необходимо подчеркнуть особенности строения, связанные с функцией ее (выведение неусвоенных частей пищи, слизи и т. д.). Этот отдел кишечника толще и короче тонкой кишки. Слизистая оболочка отличается отсутствием поперечных складок и ворсинок. В стенках прямой кишки сильно развита кольцевая мускулатура, способствующая дефекации. Необходимо вскрыть толстую кишку и продемонстрировать толщину ее стенок и состояние непереваренных остатков пищи, которые уплотняются вследствие всасывания воды стенками этой кишки.

**Вывод.** Пищеварительные органы состоят из длинного канала, разделенного на ряд отделов, в которых происходит последовательное изменение пищи под действием пищеварительных соков, всасывание ее и удаление непереваренных остатков. Каждый отдел пищеварительных органов человека имеет свои особенности строения, связанные с особенностями функций этого отдела. При помощи нервной, кровеносной и лимфатической систем органы пищеварения связаны со всеми другими внутренними органами. Деятельность органов пищеварения регулируется нервной системой.

**Примечание.** Если при изучении органов кровообращения и дыхания не производилось вскрытия легких и сердца, то следует показать эти органы, ввести в трахею стеклянную трубку и надуть легкие. После удаления кишечника необходимо показать почки, мочеточники и мочевой пузырь, нижнюю и верхнюю полые вены, аорту и нервы, отходящие от спинного мозга. После вскрытия органы пищеварения следует разрезать на части, отмыть от остатков пищи и слизи и законсервировать в формалине (2—5%) или в спирте (70%).

Работа по вскрытию кошки в VIII классе отличается от вскрытия млекопитающего в курсе зоологии тем, что в VIII классе обращается внимание на особенности анатомического строения каждого отдела пищеварительной системы, подробнее рассматривается сальник, брыжейка, показываются и называются ткани, привлекается внимание учащихся к состоянию пищевых масс в каждом отделе и т. д.

## Работа 39. Изучение строения желудка, тонких кишок, печени

*(Работа с раздаточным материалом)*

**Цель** — детальное ознакомление со строением указанных органов.

Использование раздаточного материала при изучении строения органов пищеварения обеспечивает получение учащимися прочных и четких знаний по анатомии и облегчает им понимание единства формы и функции. В зависимости от условий оборудования при изучении строения органов пищеварения желательно произвести или демонстрационное вскрытие кошки, или использовать на уроке раздаточный материал.

**Материал и оборудование:** На группу работающих (2—3 чел.) приготовить: 1) вскрытый желудок млекопитающего (кролика, кошки, свиньи) или часть его; 2) отрезок тонкой кишки; 4) печень; 5) лупа; 6) препаровальные инструменты (ножницы, пинцет, скальпель, игла); 7) препаровальная доска или тарелка; 8) полотенце.

Материал должен быть использован как свежий, так и законсервированный. Для указанной работы желательно заранее заготовить желудок и отрезки тонкой и толстой кишки свиньи или других млекопитающих (кошка, кролик, собака). Желудок и отрезки кишок разрезаются вдоль, отмываются от остатков пищи и консервируются в формалине (2—5%), в спирте (70%) или в насыщенном растворе соли. Печень можно запасть постепенно, используя материал, остающийся при вскрытиях млекопитающих животных в VII классах. Для консервирования брать печень с желчным пузырем и протоком. За 1—2 дня до урока законсервированный материал следует вымочить в часто сменяемой воде.

**Методика и техника.** При ознакомлении учащихся со строением желудка им предлагается проделать следующее: 1) рассмотреть поперечный разрез стенки желудка и определить, из каких тканей она состоит; 2) рассмотреть складки слизистой оболочки желудка; 3) с помощью лупы рассмотреть на поверхности слизистой оболочки мелкие отверстия желудочных желез; 4) на границе между желудком и тонкой кишкой найти толстую кольцевую мышцу — сфинктер. На тонкой кишке рассмотреть: 1) поперечный разрез стенки и найти на нем слизистую оболочку, мышечный слой и наружную серозную оболочку; 2) рассмотреть складки слизистой оболочки; 3) рассмотреть ворсинки. Сначала внутреннюю поверхность тонкой кишки следует рассмотреть невооруженным глазом; провести по ней пальцем в ту или другую сторону, а затем при хорошем освещении булавкой пошевелить слой ворсинок. При таком исследовании учащиеся смогут заметить, что внутренняя поверхность тонкой кишки покрыта массой выступов, называемых ворсинками. Для лучшего рассмотрения ворсинок следует отрезать небольшой

кусочек стенки тонкой кишки и положить в блюдо с водой; рассматривать лучше в лупу.

При работе с печенью следует отметить ее величину, цвет, количество долей, найти и рассмотреть желчный пузырь. При рассматривании разреза печени без лупы ткань печени представляется нам совершенно однородной. В лупу можно видеть, что основная ткань разделена соединительной тканью на дольки. Наблюдения учащихся используются учителем при изложении учебного материала о строении и физиологии органов пищеварения.

## СВОЙСТВА БЕЛКОВ, ЖИРОВ И УГЛЕВОДОВ

*Цель* — познакомить со свойствами белков, углеводов и жиров, что является необходимым для понимания процесса их переваривания.

Работы по изучению свойств углеводов, белков и жиров не рекомендуются программой для выполнения их на уроках.

Все эти работы могут быть поставлены в кружке юных физиологов. Они обычно выполняются учащимися с большим интересом.

Работы по изучению свойств органических веществ, входящих в состав пищи, облегчают учащимся понимание процесса пищеварения этих веществ. Отдельные опыты могут быть продемонстрированы на уроке. Так, например, демонстрация свойств жира (нерастворимость жира в воде, получение жировой эмульсии) при изучении пищеварения жиров содействует лучшему пониманию процесса изменения жиров под влиянием желчи (эмульгирования).

### Работа 40. Свойства белков

**Материал и оборудование:** 1) сырое яйцо; 2) вода; 3) варенная соль; 4) вата; 5) воронка; 6) стакан; 7) ложка; 8) 2%-й раствор медного купороса; 9) 10%-й раствор едкого натра или кали; 10) уксусная эссенция; 11) пробирки; 12) спиртовка; 13) 3 пипетки (для каждого реактива отдельная пипетка).

**Методика и техника.** Сырое куриное яйцо разбивают над стаканом, стараясь не прорвать оболочку, покрывающую желток. Белок сливают в стакан (рис. 37) и прибавляют туда 100 см<sup>3</sup> воды (полстакана). Чайной ложкой жидкость хорошо размешивают. Яичный белок растворяется в воде быстрее, если прибавить соли. Раствор следует профильтровать через ватку. Разведенный белок готовится преподавателем для всего класса; лучше его приготовить накануне. На класс требуется 2—3 яйца.

**Свертывание белка при нагревании.** Заранее приготовленный таким образом белок налить в пробирку в небольшом количестве ( $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  часть пробирки) и осторожно нагревать над пламенем спиртовки. Если раствор перегреть, то белок будет



выброшен из пробирки. Во избежание подобного выбрасывания следует жидкость прогревать равномерно, передвигая пробирку в пламени горелки. При помутнении нагревание прекратить. При нагревании происходит свертывание белка. Жидкость становится мутной от мелких хлопьев свернувшегося белка.

**Свертывание белка от кислоты.** Налить небольшое количество разведенного белка в пробирку и прибавить туда несколько капель уксусной эссенции. Кислота приливается по капле, осторожно, чтобы можно было наблюдать постепенное свертывание белка.

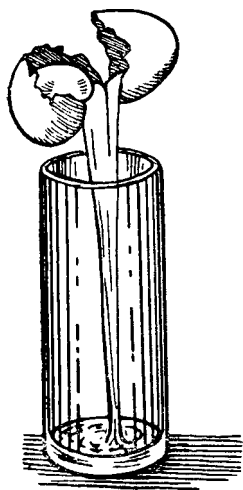


Рис. 37. Отделение белка от желтка.

**Реакция на белок.** Налить небольшое количество разведенного белка в пробирку. При помощи пипетки прибавить туда 10—15 капель 10%-го раствора едкого кали или натра. Содержимое пробирки взболтать. Затем прибавить 2—3 капли 2%-го медного купороса. Содержимое пробирки взболтать и слегка подогреть на пламени спиртовки, не доводя до кипения. Иногда даже без нагревания содержимое пробирки окрашивается в фиолетовый цвет (биуретова реакция).

**Выводы.** 1. При нагревании белок свертывается. Яичный белок альбумин свертывается при  $+73^{\circ}\text{C}$ . Вид осадка зависит от количества белка в растворе. Если белка мало, то появляется муть; при 1% — хлопья; при 4% весь раствор превращается в студенистую массу.

2. Белок свертывается в присутствии кислот.

3. Белок можно обнаружить при помощи так называемой биуретовой реакции. Красивое фиолетовое окрашивание, которое получается при действии на белок едкого кали и медного купороса, дает возможность обнаружить белок.

### Работа 41. Свойства крахмала

**Материал и оборудование:** 1) картофельная мука или кусочки крахмала; 2) вода; 3) пробирки и штатив для них; 4) спиртовка; 5) разведенная иодная настойка (несколько капель иода капают в воду, чтобы получилась жидкость цвета крепкого чая); 6) пипетка; 7) стакан.

**Методика и техника.** Насыпать небольшое количество картофельной муки или толченого крахмала (растолочь 1—2 кусочка) в 2 пробирки с водой. Содержимое одной пробирки взболтать, после чего пробирку поставить обратно в стойку. Необходимо наблюдать за образованием осадка крахмала, не растворяющегося в воде. Содержимое второй пробирки взболтать и нагревать на пламени спиртовки до образования полу-

прозрачного крахмального клейстера. Остудить пробирку с крахмальным клейстером (опустить в стакан с холодной водой) и капнуть 2—3 капли иода. Холодный крахмальный клейстер от иода синее. Нагреть окрашенный иодом крахмальный клейстер до кипения (окраска пропадает) и снова остудить его (окраска восстанавливается).

**Выводы.** Крахмал в воде не растворим. При нагревании с водой крахмал набухает, образуя клейстер. Иод вызывает посинение холодного крахмального клейстера. Сырой крахмал также синее от иода, но дает окраску иного, не такого синего цвета.

## Работа 42. Свойства сахара (глюкозы)

**Материал и оборудование:** 1) глюкоза (продается в аптеке); в крайнем случае может быть заменена сахарным песком, который всегда содержит небольшое количество глюкозы, виноградным соком, морковным соком или повидлой; 2) феллингова жидкость или жидкость для реакции Троммера (10%-й раствор едкого кали и 2%-й раствор медного купороса); 3) пробирки и подставка для них; 4) вода; 5) спиртовка; 6) пипетки для каждого реактива.

**Приготовление феллинговой жидкости.** I раствор: в 100 см<sup>3</sup> воды растворяют 6,8 г медного купороса.

II раствор: в 100 см<sup>3</sup> воды растворяют 12 г едкого кали или натра и 34,6 г сегнетовой соли (виннокислый калий-натрий). Оба эти раствора хранятся отдельно так как при соединении они быстро портятся. Перед употреблением оба раствора смешиваются в равных объемах, причем I раствор (медный купорос) небольшими порциями вливается во II, который все время помешивается стеклянной палочкой. Реактив этот на свекловичный сахар не действует.

**Методика и техника.** Опустить в пробирку с водой небольшое количество виноградного сахара (глюкозы). Взболтать содержимое пробирки и наблюдать растворение глюкозы в воде. Прилить к раствору 2—3 капли иодного раствора. Отметить отсутствие посинения. Приготовить новый раствор глюкозы. В пробирку с раствором глюкозы прилить несколько капель синей (феллинговой) жидкости. Приливать следует до тех пор, пока раствор глюкозы не станет голубым. Содержимое пробирки нагревать над пламенем спиртовки, довести его до кипения и кипятить до тех пор, пока раствор не станет оранжевым. Поставить пробирку в стойку и наблюдать образование на дне пробирки красноватого осадка, появление которого и является доказательством присутствия сахара в растворе. Если нет феллинговой жидкости, то обнаружить сахар можно при помощи пробы Троммера. В пробирку наливается небольшое количество раствора глюкозы. К раствору глюкозы прибавить 5 капель 10%-го раствора едкого натра, 3—5 капель 2%-го раствора медного купороса. Указанную последовательность приливания реактивов нужно строго соблюдать. Содержимое пробирки взболтать и кипятить до пожелтения или покраснения раствора.

**Выводы.** Глюкоза растворяется в воде. Обнаружить присутствие глюкозы можно при помощи специального реактива на сахар.

### **Работа 43. Свойства жиров**

**Материал и оборудование:** 1) растительное масло (подсолнечное или другое); 2) эфир или бензин; 3) 10%-й раствор едкого кали или натра или раствор соды; 4) вода; 5) пробирки и стойка для них; 6) молоко; 7) микроскоп; 8) покровные и предметные стекла.

**Методика и техника.** Налить в пробирку небольшое количество жидкого растительного жира и прилить туда двойное по объему количество воды. Отметить, что масло в воде не растворяется; оно плавает на поверхности воды, так как легче воды. Налить в пробирку небольшое количество эфира или бензина и прибавить туда 2—3 капли жира. Отметить, что жир растворяется в эфире или бензине. Первую пробирку закрыть пробкой или большим пальцем, содержимое ее (вода и масло) сильно взболтать и поставить в стойку. Наблюдать, как жир, разбитый при взбалтывании на капельки, поднимается вверх, где капельки опять сливаются в общий слой. В эту же пробирку с водой и маслом прибавить 5—8 капель 10%-й едкой щелочи (едкое кали или едкий натр) и, опять закрыв ее, сильно взболтать. Вместо указанной щелочи можно взять 10%-й раствор соды. Наблюдать образование белой жидкости, похожей на молоко, так как в щелочном растворе при взбалтывании жир омыляется и разбивается на мельчайшие капельки, образуя прочную жировую эмульсию. Капнуть на предметное стекло каплю искусственной жировой эмульсии, покрыть покровным стеклом и рассмотреть ее при помощи микроскопа. Рассмотреть под микроскопом и каплю некипяченого свежего молока, которое представляет собой естественную жировую эмульсию. Сравнение искусственной и естественной жировой эмульсии покажет, что капельки жира в молоке значительно мельче капель жира искусственной эмульсии.

**Выводы.** Жир в воде не растворяется. Он плавает по воде, так как легче воды. Жир растворяется в эфире, бензине. При взбалтывании с водой жир разбивается на мелкие капли, т. е. образует весьма нестойкую жировую эмульсию. В щелочной среде жир образует прочную жировую эмульсию, но последняя является более грубой, чем естественная эмульсия, примером которой является жир молока.

### **Анализ пищевых продуктов**

**Цель** — дать элементарное представление о качественном анализе пищевых продуктов и познакомить с составом некоторых продуктов питания.

Работы по анализу пищевых продуктов не рекомендуются программой для проведения их на уроках, так как они не могут

быть уложены в часы, отведенные на изучение темы «Органы пищеварения».

Все эти работы могут быть с большим успехом проведены в кружке юных физиологов. Обычно учащиеся выполняют их с большим интересом.

Работа по определению количества воды в продуктах питания может быть дана учащимся как домашнее задание.

#### Работа 44. Анализ бульона

**Материал и оборудование:** 1) сырое тощее мясо; 2) весы; 3) вода; 4) мензурка; 5) вата; 6) воронка; 7) спиртовка; 8) 10%-й раствор едкого натра; 9) 2%-й раствор медного купороса; 10) пробирки и стойка к ним; 11) феллингова жидкость; 12) иод; 13) дно от консервной банки или другая жестяная пластинка; 14) пипетки; 15) треножник; 16) белая бумага.

**Методика и техника.** Мясо (без жира) измельчить на мелкие кусочки и положить в стакан. (Для опыта требуется 50 г мяса.) Измельченное мясо залить водой (50—100 см<sup>3</sup> воды), хорошенько перемешать и оставить постоять на 15—20 минут. После этого вновь хорошенько взболтать содержимое стакана и настой мяса профильтровать через вату.

Налить в пробирку на 2—3 см<sup>3</sup> от дна мясного настоя и нагреть пробирку до кипения. Наблюдается образование хлопьев белка. Налить в другую пробирку новую порцию мясного настоя и определить, имеется ли белок (см. работу 40). При помощи пробы на сахар определить, имеется ли в мясном настое сахар (работа 42).

**Выводы.** Мясо содержит белки. Настой мяса содержит небольшую часть мясных белков, растворимых в воде подобно яичному белку альбумину. Большая часть белков мяса в воде не растворяется даже при кипячении. Вареное мясо состоит из нерастворимых белков. Мясо не содержит сахара. Кроме воды, в мясе содержится еще небольшое количество минеральных солей, которые при сжигании мяса не сгорают и остаются в виде золы.

#### Работа 45. Анализ молока

**Материал и оборудование:** 1) сырое свежее молоко; 2) пробирки и стойка для них; 3) феллингова жидкость; 4) 2%-й раствор медного купороса; 5) 10%-й раствор едкого кали или едкого натра; 6) пипетки; 7) иод.

**Методика и техника.** Взять 3 пробирки; в каждую из них налить свежего сырого молока на 2—3 см выше дна пробирки. Пробирки занумеровать. Молоко в пробирке № 1 исследовать при помощи иода. Молоко от иода не синее, так как оно не содержит крахмала. Молоко в пробирке № 2 исследовать на

белок. Прилить к пробирке 8—10 капель 10%-го раствора едкого натра или едкого кали; содержимое пробирки взболтать и прибавить 2—3 капли медного купороса. Пробирку слегка подогреть (перегревание может привести к тому, что появится желтая окраска). Внимательно следить за изменением окраски молока. Появится слабое фиолетовое окрашивание, которое указывает, что в молоке имеется белок, но он сильно разбавлен водой. Молоко в пробирке № 3 исследуется пробой на сахар. Содержимое пробирки кипятится до появления желтого окрашивания. Яркого окрашивания не получится, так как сахар сильно разбавлен водой.

Выводы. Опыт показывает, что в молоке имеется белок, сахар, крахмала нет. О присутствии жира в молоке известно из работы 43. Проба на белок и на сахар не дает яркого окрашивания, так как молоко содержит много воды (87,5%). При сравнении окраски молока во всех трех пробирках картина получается вполне четкая.

### Работа 46. Анализ муки

Материал и оборудование: 1) тарелка или чашка; 2) большой стакан или банка; 3) марля; 4) бечевка; 5) пробирка; 6) спиртовка; 7) стакан; 8) выпаривательная чашка; 9) стеклянная палочка; 10) мука пшеничная или овсяная; 11) серный эфир; 12) иод разведенный; 13) 10%-й раствор едкого натра или едкого кали; 14) 2%-й раствор медного купороса; 15) пробирки; 16) пипетки; 17) вода.

**Методика и техника.** Взять небольшое количество (несколько столовых ложек) сухой пшеничной муки. Всыпать муку в какой-нибудь сосуд (тарелку), прилить немного воды и замешать крутое тесто. Приготовить прибор для промывания теста. Для этой цели следует взять широкий стакан или небольшую банку и обвязать отверстие сосуда марлей. Не следует натягивать марлю туго: удобнее, если она будет свешиваться внутрь сосуда наподобие неглубокого мешочка. Чтобы марля не соскочила с края сосуда, нужно плотно обвязать ее бечевкой. Приготовленный таким образом сосуд наполняется водой до самых краев.

Кусочек теста величиной с грецкий орех кладется на марлю и разминается пальцами. Жидкость в стакане будет постепенно мутиться. Промывание нужно продолжать до тех пор, пока тесто не перестанет давать мути. Оставшийся на кисейке комочек следует отделить от кисейки и хорошенько промыть в чистой воде, разминая его между пальцами. Получится комочек желтого цвета — это клейковина, т. е. растительный белок.

Исследование свойств клейковины: 1) Налить в пробирку воды и бросить туда кусочек клейковины. Вскипятить воду. Клейковина не растворяется в кипящей воде.

2) Исследовать клейковину на содержание белка следующим образом: небольшой кусочек клейковины при помощи иго-

лочек разорвать на мелкие кусочки и бросить в пробирку с водой (2—3 см<sup>3</sup> воды), куда прибавить 12—15 капель 10%-го раствора едкого кали или натра и все это хорошо прокипятить. При кипячении со щелочью клейковина растворяется. Остудить пробирку и капнуть в нее 2—3 капли 2%-го медного купороса; слегка подогреть; фиолетовое окрашивание докажет, что клейковина является белком.

3) Исследовать мутную жидкость, оставшуюся в стакане после промывания теста. Взболтать содержимое стакана и налить этой мутной жидкости в 2 пробирки (до 1/4 пробирки). Содержимое одной пробирки осторожно нагревать над пламенем спиртовой лампы. Жидкость будет делаться более прозрачной и густой, так как при нагревании крахмала с водой образуется крахмальный клейстер. Нагревание кончить, как только клейстер начнет кипеть. Пробирку с клейстером остудить, опустив в стакан с холодной водой. Содержимое пробирки исследовать при помощи йода. Посинение жидкости доказывает наличие крахмала. Содержимое второй пробирки взболтать и исследовать пробой на сахар (работа 42, стр. 132). Сахар в муке не обнаруживается.

Часто в муке можно обнаружить небольшое количество сахара. Это может быть лишь в том случае, если пшеница была снята недозрелой, или она при хранении стала прорасти. В муке имеется углеводород — клетчатка (около 1,5%), которая содержится, главным образом, в отрубях. Чистая мука содержит клетчатки мало.

Определить наличие жира в муке следующим образом: насыпать в стакан сухой пшеничной муки (или овсяной) около 1/4 стакана. Облить муку серным эфиром так, чтобы эфир покрывал муку и стоял над ней слоем в палец. Хорошенько размешать смесь при помощи стеклянной палочки и дать смеси отстояться. Когда мука осядет, слить отстоявшийся эфир в выпаривательную чашку и опустить ее в сосуд с горячей водой. При работе с эфиром в комнате не должно быть огня. Когда эфир испарится, то на дне чашки останется осадок жира.

Выводы. В муке содержится белок, углеводы, жиры, солевые вещества, вода. Из углеводов преобладает крахмал.

#### Работа 47. Анализ овощей и фруктов

Материал и оборудование: 1) морковь, брюква, яблоко, лук, помидор, виноград, размоченный горох и др.; 2) терка или нож; 3) кусочек марли; 4) пробирки; 5) спиртовка; 6) вода; 7) разведенный йод; 8) 10%-й раствор едкой щелочи (калий или натрий); 9) 2%-й раствор медного купороса; 10) пипетка.

Методика и техника. Взятый для анализа продукт измельчается при помощи терки или ножа. Небольшое количество полученной массы кладется в пробирку (2—3 см<sup>3</sup>), куда при-

бавляется вода. Приготовить 2 пробирки с этой массой. Много воды брать не следует. Осторожно нагрейте эту массу до кипения. Остудите и одну пробирку исследуйте при помощи иода, а другую — исследуйте на сахар. Оставшуюся массу положите в кисейку и выжмите из нее сок. Налейте в пробирку 2—3 см<sup>3</sup> этого сока и исследуйте на белок (раб. 40).

**Выводы.** Белка в овощах и фруктах мало, а потому фиолетовое окрашивание при исследовании вытяжки пробой на белок всегда будет слабое. Яркая цветная реакция на сахар получается при исследовании состава винограда, яблока, моркови, слабее брюквы, лука.

**Примечание.** Жиров в указанных продуктах так мало, что ставить работу по извлечению жира эфиром не следует. Не рекомендуется брать свеклу, так как свекловичный и тростниковый сахар обнаружить при помощи указанных реактивов на сахар очень трудно.

#### **Работа 48. Определение количества воды в продуктах питания**

**Материал и оборудование:** 1) хлеб, сырое мясо, капуста, картофель, морковь, крупа и др. продукты; 2) весы с разновесами; 3) нож; 4) марлевый мешочек и нитки.

**Методика и техника.** Взятый продукт режется на тонкие ломтики, отвешивается 100 г. Отвешенный продукт помещается в марлевый мешочек, который вешается около печки, топящейся ежедневно. Если сушка производится в сушильном или духовом шкафу, то тонкие ломтики раскладываются на лист бумаги и помещаются в теплую духовую или сушильный шкаф. Когда сушка окончится, то продукт опять взвешивается и определяется количество воды, содержащееся в 100 г этого продукта.

**Примечание.** Эта работа, как работа длительная, но очень простая по своей технике, дается учащимся как домашнее задание. Содержание воды в процентах в различных продуктах будет различно:

Говядина . . . . .	27
Хлеб белый . . . . .	30—35
Картофель . . . . .	75
Репка . . . . .	85
Яблоки . . . . .	84
Морковь . . . . .	86
Капуста . . . . .	92
Огурцы . . . . .	94

#### **Работа 49. Определение содержания в продуктах противощинготного витамина С**

**Цель** — дать понятие о том, как определяется наличие витамина С в продуктах и настоях.

Опыты по определению содержания витамина С в настоях могут быть рекомендованы для кружковой работы.

## Первый способ

Материалы и оборудование: 1) настой хвои, плодов шиповника, раствор аскорбиновой кислоты; 2) 1%-й раствор железосинеродистого калия; 3) 1%-й раствор сернокислого окисного железа; 4) пробирки; 5) пипетки.

Приготовление 1%-го раствора сернокислого окисного железа производится следующим образом: к 18 г фосфорной кислоты добавляют 25—30 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 1 г сернокислого окисного железа, жидкость слегка подогревают. После растворения соли железа жидкость доводят до 100 см<sup>3</sup>. Затем к раствору прибавляют раствор марганцовокислого калия до появления слабозеленого окрашивания.

**Методика и техника.** В пробирку наливают 1—2 капли испытуемого раствора; другой пипеткой наливают столько же раствора железосинеродистого калия и третьей пипеткой — столько же раствора сернокислого окисного железа. Через минуту рассматривают степень окрашивания раствора.

Раствор, окрасившийся в слабоголубоватый цвет, содержит в себе около 2 мг % аскорбиновой кислоты. Раствор, имеющий интенсивно синее окрашивание без осадка, содержит около 10 мг % аскорбиновой кислоты. Раствор же, приобретающий быстро интенсивное окрашивание с выпадением значительного осадка, содержит свыше 20 мг % аскорбиновой кислоты. При работе необходимо пипетки употреблять только для определенного раствора, а пробирки тщательно мыть после использования. Раствор железосинеродистого калия может храниться не больше 10 дней, после чего следует готовить свежий раствор.

## Второй способ

Материал и оборудование: 1) настой хвои, плодов шиповника, раствор аскорбиновой кислоты; 2) 0,5%-й водный раствор железоаммиачных квасцов; 3) 1%-й раствор роданистого аммония или натрия; 4) пипетки; 5) пробирки; 6) серная кислота.

Приготовление первого раствора производится так: на 100 см<sup>3</sup> 0,5%-го водного раствора железоаммиачных квасцов прибавляется 10 капель серной кислоты, после чего жидкость отфильтровывается.

Перед употреблением этот раствор смешивается с 1%-м раствором роданистого аммония или натрия в отношении 1:1; при этом получается красный раствор роданового железа.

**Методика и техника.** Этот способ определения содержания витамина С в настоях основан на обесцвечивании при наличии аскорбиновой кислоты красного раствора роданового железа.

Определенное количество красного раствора роданового железа (1 см<sup>3</sup>) наливается в пробирку, в которую постепенно приливают исследуемый на аскорбиновую кислоту раствор до исчезновения красной окраски раствора.

Для обесцвечивания 1 см<sup>3</sup> роданового железа достаточно 0,5 мг аскорбиновой кислоты. По количеству исследуемого настоя, потраченного на обесцвечивание 1 см<sup>3</sup> раствора роданового железа, определяют концентрацию кислоты в исследуемом настое.



## Работа 50. Получение авитаминоза В

**Цель** — показать значение витамина В для жизни животного организма.

Опыт может быть поставлен в кружке юных физиологов с таким расчетом, чтобы опытное животное с признаками авитаминоза В могло быть продемонстрировано в классе на уроке по теме «Витамины».

**Материал и оборудование:** 1) молодая птица (голубь, курица); 2) полированный рис или другой корм, лишенный витамина В.

**Методика и техника.** Авитаминоз В быстрее всего можно получить у молодых птиц при переводе их на питание полированным рисом. Обработка другого корма с целью лишения его витамина В производится следующим образом: рис, продаваемый в продуктовых магазинах, греча, просо, овес подвергаются в автоклаве действию высокой температуры (120° С) в течение нескольких часов. Для обработки корма в автоклаве следует обратиться в медицинские или биологические лаборатории, в которых имеются автоклавы. Опыт хорошо идет с молодыми голубями. Перед опытом птицу взвешивают. Корм подопытной птице дается без ограничения.

Во все время опыта необходимо внимательно следить за подопытными птицами, отмечая в дневнике все изменения, которые удастся наблюдать как во внешнем виде голубей, так и в их поведении, а также следить за изменением веса.

Симптомы авитаминоза обнаруживаются постепенно. Со 2—3-го дня наблюдается потеря веса, затем наблюдается потеря аппетита. Если подопытные птицы отказываются брать пищу, то их следует кормить насильно. Птицы становятся вялыми, сидят нахохлившись, оперение их теряет блеск, вес и температура тела падают.

При сильном развитии авитаминоза В могут проявляться две формы болезни. В одних случаях наблюдается нарастающая слабость, появляются параличи, угнетенный общий вид и, наконец, смерть. В других случаях появляются нарушения в координации движений, а затем судороги отдельных групп мышц или всего тела.

Молодых голубей болезнь приводит к смерти дней через 30. В школьных условиях доводить птиц до смерти не следует. Как только появятся признаки авитаминоза, птиц надо лечить. Перевести их на обычный корм и прибавлять продукты, содержащие витамин В (рисовые отруби или дрожжи).

**Вывод.** Истощение, мышечная слабость, судороги, параличи и целый ряд других нарушений в организме являются результатом недостатка в пище одного из витаминов группы В, который в большинстве злаков содержится лишь в зародышевой части зерна. При очистке зерен вместе с оболочкой удаляется богатый витамином зародыш.

## Работа 51. Получение авитаминоза С

*Цель* — показать значение витамина С для жизни животного организма.

Опыт может быть поставлен в кружке юных физиологов с таким расчетом, чтобы опытное животное с симптомами авитаминоза С могло быть продемонстрировано в классе на уроке по теме «Витамины».

*Материал и оборудование:* 1) молодые морские свинки или кролики; 2) корм, лишенный витамина С (овес).

**Методика и техника.** Быстрее всего удастся получить авитаминоз С у молодых морских свинок.

Перед опытом животное взвешивается. В пищу опытному животному дается только овес (без ограничения).

Во все время опыта необходимо внимательно следить за подопытными животными, отмечая в дневнике все изменения, которые удастся наблюдать, как во внешнем виде свинок, так и в их поведении и следить за весом. Взвешивание производить через каждые 3—4 дня.

Опытные животные быстро теряют аппетит, теряют вес. У них скоро наблюдается вялость в движениях, шерсть теряет блеск и делается взъерошенной, десны припухают, зубы расшатываются. Животные начинают лежать на боку с вытянутыми конечностями, так как суставы у них припухают и движения в них становятся невозможными.

Доводить животных до смерти ни в коем случае не следует. Как только появятся типичные признаки авитаминоза С, в пищу животного следует ввести продукты, содержащие витамин С — свежие овощи: морковь, капуста, салат и свежее сырое молоко. Животные быстро поправляются и принимают прежний вид.

**Вывод.** Слабость, утомляемость, боль в суставах, припухание и кровоточивость десен, расшатывание зубов, потеря в весе и целый ряд других тяжелых нарушений наступает в организме в результате отсутствия в пище витамина С, который находится главным образом в живых растительных клетках.

**Примечание.** Не рекомендуется для опыта брать крыс, так как они при питании пищей, лишенной витамина С, довольно долго сохраняют хорошее самочувствие.

## Работа 52. Влияние качества пищи на вес кроликов

*Цель* — доказать влияние состава пищи на организм животного.

Опыт может быть поставлен в кружке юных зоологов и в кружке юных физиологов. Результаты опыта демонстрируются на уроке.

*Материал и оборудование:* 1) молодые кролики; 2) клетки для кроликов и предметы ухода за кроликами; 3) весы с разновесом для взвешивания корма и животных; 4) корм для кроликов: овес, корнеплоды, зеленый корм, сено луговое.

**Методика и техника.** Для того чтобы можно было выяснить влияние кормления на вес кроликов, необходимо молодых крольчат (в возрасте 4—6 недель) отсадить от крольчихи. Но перед тем как произвести отсадку крольчат, необходимо подготовить помещение для них. Клетку следует тщательно вымыть горячей водой и продезинфицировать, оборудовать кормушками. Клетка должна быть просторной, чистой, хорошо освещаемой солнцем. Клетку надо ежедневно чистить и раз в неделю мыть горячей водой. При жаркой погоде клетку надо затенять ветками (для предохранения кроликов от теплового удара).

Далее следует составить рацион для опытных и контрольных кроликов и, разместив кроликов по клеткам, производить ежедневно кормление их по соответствующим нормам. Корма, которые скармливаются кроликам, должны содержать белки, жиры, углеводы, а также минеральные вещества и витамины. Исходя из этого требования и составляется рацион. Для опытных и контрольных кроликов качество корма должно быть разным, но калорийность суточного пайка должна быть одинаковой.

Прокормив кроликов различными составленными рационами, можно уже через месяц получить хорошие результаты, показывающие влияние состава пищи на вес кроликов. Во все время опыта кроликов надо выпускать ежедневно гулять на 30—45 минут. Гулять можно выпускать во двор, а если такового нет, то отделить маленький выгул вблизи от клеток.

Приводим данные одного опыта. Для опыта было взято 3 кролика (1 контрольный и 2 опытных).

Кормили кроликов по следующим рационам:

Время	Контроль	Норма в г	Опыт	Норма в г	Общая калорийность пищи за день	
	Продукт		Продукт		конт- роль	опыт
Утро	Морковь . . . . .	80	Морковь . . . . .	50	318	320
	Сено луговое . . .	50	Овес . . . . .	30		
	Вода . . . . .		Вода . . . . .			
День	Клевер, одуванчи- ки, подорожник и другой зеленый корм . . . . .	150	Клевер и другой зеленый корм . .	100		
			Хлеб . . . . .	30		
			Молоко . . . . .	30		
Вечер	Зеленый корм (кле- вер, листья ка- пусты, салата и др). . . . .	250	Зеленый корм . .	150		
			Овес . . . . .	30		
	Свекла, турнепс .	150	Морковь, свекла .	50		

### Калорийность некоторых кормов (100 г):

Корма	Калорийность	Корма	Калорийность
Сено клеверное . . . .	173	Брюква, турнепс, свекла	11
„ луговое . . . .	174	Морковь . . . . .	42
Клевер красный . . . .	45	Молоко . . . . .	66
Овес (зерно) . . . .	124	Ржаной хлеб . . . . .	236
Трава луговая . . . .	27		

Через месяц были получены следующие данные увеличения в весе контрольного и опытных кроликов:

	№	Первоначальный вес	Вес через месяц	Прибавление в весе	
		в г		в г	в %
Контроль  Опыт	1	365	700	335	191
	1	260	700	440	269
	2	335	1030	695	307
		Средний первичный вес опытных.	Средний вес через месяц	Средн. прибавление веса	
				в г	в %
		297	865	568	288

**В ы в о д.** Опыт показывает возможность управления организмом животного путем его кормления. Если в кормах кролика увеличить количество белковой пищи (овес, хлеб, горох и т. д.), то вес кроликов значительно увеличивается по сравнению с кроликами, питающимися только сеном, корнеплодами и свежим зеленым кормом. Увеличение веса животных путем подбора соответствующих кормов может быть получено только при хорошем содержании животных (чистота помещения, проветривание его, правильный режим дня, прогулки, хорошее обращение с животным).

### Работа 53. Пищеварительное действие слюны

**Цель** — дать конкретное представление о значении ферментов слюны в процессе переваривания углеводов и выяснить условия, необходимые для проявления действия слюны как пищеварительного сока.

Работа указана в программе как обязательная.

## Первый вариант

Материал и оборудование: 1) 1%-й крахмальный клейстер; 2) 10 пробирок и стойка для них; 3) разведенный иод; 4) спиртовка; 5) феллингова жидкость или 10%-й раствор едкого кали или натра и 2%-го медного купероса; 6) термометр (не обязательно); 7) стакан с теплой водой; 8) слюна; 9) 2%-я соляная кислота; 10) лед, снег или холодная вода; 11) вата; 12) воронка.

**Методика и техника.** Приготовление 1%-го крахмального клейстера производится следующим образом: 1 г картофельной муки или сухого крахмала распускают в 100 см<sup>3</sup> воды и нагревают жидкость до кипения. При нагревании жидкость следует все время помешивать, чтобы не было комочков. Для работы берется холодный крахмальный клейстер. Для лабораторной работы на один класс требуется 3—5 г крахмального клейстера. Слюна готовится для опыта самими учащимися следующим образом: рот хорошо прополаскивается кипяченой водой, после чего в пробирку изо рта набирается слюна. Для опыта требуется небольшое количество слюны (около 2 см<sup>3</sup>). Слюна разбавляется двойным количеством воды и хорошо взбалтывается с водой.

Опыт следует разделить на следующие этапы: 1) изучение действия слюны на крахмал; 2) изучение условий, при которых слюна действует на крахмал.

### Определение действия слюны на крахмал

Учащимся предлагается налить в пробирку 2—3 см<sup>3</sup> 1%-го крахмального клейстера и капнуть в клейстер 2—3 капли иода.

Учащиеся наблюдают посинение, которое убеждает их в том, что взятая для исследования жидкость представляет собою крахмал.

Затем учащимся предлагается налить в другую пробирку 2—3 см<sup>3</sup> крахмального клейстера и произвести пробу на глюкозу (см. раб. 42). Если учащимся до этого урока не была известна реакция на глюкозу, то необходимо их с нею познакомить. Произведя реакцию на глюкозу, учащиеся убеждаются в том, что в жидкости, взятой ими для исследования, глюкозы не содержится.

После того когда учащимся станет известно, что данная им жидкость представляет собою крахмальный клейстер и не содержит глюкозы, им предлагается взять в пробирку небольшое количество крахмального клейстера (2—3 см<sup>3</sup>), прибавить к нему небольшое количество разбавленной слюны и хорошенько взболтать содержимое пробирки, после чего поставить ее в теплую воду (не выше 40° С) или подержать в теплой руке.

Через несколько минут учащимся предлагается вынуть пробирку из теплой воды и определить какие изменения произошли с крахмальным клейстером. Учащиеся устанавливают, что содержимое пробирки стало значительно прозрачнее. Очевидно, что с крахмальным клейстером произошли какие-то изменения. Затем, по предложению учителя, они делят содержимое пробирки на две части. Одну часть исследуют пробую на крахмал (проба иодом), другую часть исследуют пробую на глюкозу (см. раб. 42). Учащиеся устанавливают, что после действия слюны на крахмальный клейстер, посинения при действии иодом не наблюдается, а проба на глюкозу показывает на появление сахара.

На основании этих наблюдений учащиеся очень быстро делают правильный вывод: слюна действует на крахмал; под влиянием слюны крахмал расщепляется до глюкозы; глюкоза растворяется в воде, в результате чего содержимое пробирки становится почти прозрачным.

Используя данные этого опыта, преподаватель должен познакомить учащихся с пищеварительными ферментами слюны.

#### Определение условий, при которых ферменты слюны действуют на крахмал

Учащимся разъясняется цель опыта и предлагается выполнить опыт по следующему плану: 1) взять 6 чистых сухих пробирок и на каждую из них наклеить бумажку с обозначением номера; 2) во все шесть пробирок налить по 2—3 см<sup>3</sup> 1%-го крахмального клейстера.

Дальнейший ход опыта разъясняется учителем при помощи схематичной таблицы, которая рисуется на доске и записывается учащимися в тетрадях. В этот момент последняя графа остается незаполненной.

№ пробирки	Содержание пробирки	T°	Чем исследуется	Результат исследования
1	Крахмал+вода	37° C	Иод	От иода синеет, крахмал есть
2	Крахмал+слюна	37° C	"	От иода не синеет, крахмала нет
3	Крахмал+слюна	37° C	проба на сахар	Обнаружен сахар
4	Крахмал+кипяченая слюна	37° C	иод	От иода синеет, крахмал не изменен
5	Крахмал+подкисленная слюна	37° C	"	То же
6	Крахмал+слюна	0° C	"	" "

Необходимо предупредить учащихся, что в пробирку № 4 следует прибавлять слюну предварительно прокипяченную и

остуженную. В пробирку № 5 прибавляется подкисленная слюна; 2—3 см<sup>3</sup> разбавленной слюны предварительно подкисляются 2—3 каплями 2% HCl. Подкисленная слюна выливается в пробирку № 5 и тщательно взбалтывается с крахмальным клейстером.

Все пять пробирок после взбалтывания их содержимого ставятся в стакан с теплой водой (+37°С) (см. рис. 38).

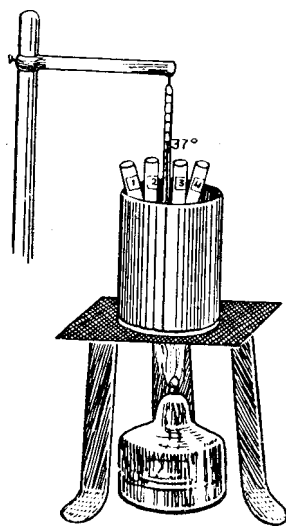


Рис. 38. Водяная баня из консервной банки.

В пробирку № 6 прибавляется 2—3 см<sup>3</sup> разбавленной слюны. Эта пробирка ставится в снег или в стакан с холодной водой. Через 3—5 минут учащиеся производят исследование содержимого каждой пробирки; результаты исследования записывают в последнюю строку таблицы. Подведение итогов производится путем беседы:

1. Чем объяснить, что в пробирке № 1 обнаружен крахмал?

2. Чем объяснить, что в пробирке № 4 крахмал не изменился?

3. Чем объяснить, что крахмал остался без изменения в пробирках № 4 и 5?

5. При каких же условиях ферменты слюды действуют на крахмал?

Выводы. Под влиянием слюны крахмал расщепляется до сахара. Условия, затрудняющие проявление действия слюны: 1) ферменты слюны не проявляют своего действия в кислой среде (пробирка № 5); 2) кипячение разрушает ферменты слюны (пробирка № 4); 3) низкая температура задерживает действие ферментов слюны (пробирка № 6).

Слюна содержит фермент пталин, расщепляющий крахмал до сахара, который и обнаруживается в данном опыте при помощи пробы на сахар.

Слюна содержит фермент пталин, расщепляющий крахмал до сахара, который и обнаруживается в данном опыте при помощи пробы на сахар.

Примечание. Опыт может быть упрощен, т. е. поставлен с использованием только двух пробирок: № 1 и 2. В упрощенном виде опыт полезно продемонстрировать в курсе зоологии.

## Работа 54. Действие желудочного сока на белки

### Первый вариант

Цель — дать конкретное представление о значении фермента желудочного сока — пепсина — в процессе пищеварения белков и выяснить условия, необходимые для проявления действия пепсина как пищеварительного фермента.

Опыт является обязательной лабораторной работой по курсу анатомии и физиологии человека. При отсутствии достаточного оборудования опыт ставится учителем как демонстрационный эксперимент.

Из трех вариантов этого опыта, описанных в данном руководстве, общедоступным является опыт с яичным белком, который всегда можно достать. Второй вариант опыта (с действием желудочного сока на фибрин) требует большего количества времени; к тому же фибрин не всегда может быть в школьной лаборатории. Постановка опыта в третьем варианте возможна только в кружке, так как опыт длительный.

**Материал и оборудование:** 1) желудочный сок (натуральный или искусственный); 2) яйца сырые (на класс требуется 2 яйца); 3) раствор пепсина на соде 3%-й или 10%-й раствор едкого кали или натра и лакмусовая бумага; 4) поваренная соль; 5) весы аптекарские; 6) 6 пробирок и стакан к ним; 7) вата; 8) воронка; 9) вода; 10) стакан; 11) химический стакан, который может быть заменен банкой из-под консервов; 12) треножник; 13) спиртовка; 14) термометр химический.

Натуральный желудочный сок покупается в аптеках.

Для приготовления искусственного желудочного сока в аптеке покупается пепсин в виде желтоватого порошка. Если его хранить в хорошо закупоренной баночке, то он не теряет своих свойств в течение нескольких лет.

#### Рецепты приготовления искусственного желудочного сока

1. В 100 см<sup>3</sup> воды растворяют 0,2 г пепсина в порошке. К раствору приливают 10 см<sup>3</sup> 3%-го раствора соляной кислоты.

2. В 200 см<sup>3</sup> воды растворяют 1 г пепсина в порошке. К раствору прибавляют 10 см<sup>3</sup> 10%-й соляной кислоты.

3. 1 г пепсина растворяется в 500 см<sup>3</sup> слабой соляной кислоты (0,2%).

**Приготовление нейтрализованного желудочного сока.** Для выяснения условий, при которых фермент пепсин действует на белки, необходимо приготовить раствор пепсина на содовой воде. Вполне достаточно взять 3%-й раствор соды. Количество пепсина берется согласно одному из указанных рецептов.

Если работа ведется с натуральным желудочным соком, то одна пятая часть его нейтрализуется следующим образом: с помощью лакмусовой бумаги определяют реакцию натурального желудочного сока, которая является кислой.

В желудочный сок прибавляют несколько капель 10%-го едкого кали или натра, тщательно взбалтывают и при помощи лакмусовой бумаги определяют реакцию. Необходимо добиться полной нейтрализации желудочного сока.

**Приготовление яичного белка для опыта.** Берут сырое куриное яйцо, осторожно тупой стороной ножа разбивают его и отделяют белок от желтка. Для лабораторной работы требуется



не менее 2 яиц. Белки сливаются в стакан, куда приливается 200 см<sup>3</sup> воды (стакан наливается водой доверху).

Вода и белок тщательно перемешиваются. Для лучшего растворения белка прибавляется поваренная соль (половина чайной ложки).

Желательно все это проделать за день до урока.

Перед уроком мутная жидкость фильтруется через слой тонкой ваты, положенной в воронку. Прозрачная слегка желтоватая жидкость, которая получится после фильтрования, раздается учащимся для работы.

**Методика и техника.** Работа проводится в классе по следующему плану: 1) сообщение учащимся цели опыта; 2) подготовка для опыта белка (свертывание его); 3) определение действия желудочного сока на белок; 4) определение условий, при которых желудочный сок действует на белок.

После сообщения учащимся цели эксперимента им следует предложить подготовить белок для опыта, т. е. свернуть его.

Учащиеся должны взять шесть пробирок, пронумеровать их (наклеить на каждую пробирку этикетку с номерком или номер написать восковым карандашом) и в каждую пробирку налить белок.

Белок следует свернуть, т. е. сделать его нерастворимым. Каждая пробирка отдельно нагревается над пламенем спиртовой лампочки. До кипения доводить не следует, так как при сильном нагревании белок может быть выброшен из пробирки.

При нагревании белок свертывается, и в пробирке образуются белые хлопья. Эти хлопья нерастворимого белка и являются материалом для исследования действия желудочного сока на белок. Все пробирки опускаются в стакан с холодной водой.

Для определения действия желудочного сока на белок учащимся предлагается взять две пробирки с белком и обратить внимание на внешний вид содержимого пробирок. Учащиеся отмечают, что хлопья нерастворимого белка делают жидкость мутной.

В одну из этих пробирок учащиеся должны прилить небольшое количество воды, а в другую — небольшое количество желудочного сока. Обе пробирки следует поставить в стакан или в жестяную банку с водой, которая нагрета до 37—38° С.

Опыт с белком, приготовленным вышеуказанным способом, хорош тем, что идет быстро. Учет результатов производится без применения цветных реакций.

Через 7—10 минут учащимся предлагается вынуть пробирки из теплой воды и отметить, какие изменения произошли в пробирках.

Учащиеся отмечают, что содержимое пробирки № 1 попрежнему осталось мутным; хлопья белка не изменились, а содержимое пробирки № 2 стало бесцветным и прозрачным, что

свидетельствует о том, что под влиянием желудочного сока с хлопьями белка произошли какие-то изменения.

Преподавателю следует разъяснить, что под влиянием фермента желудочного сока — пепсина — происходит расщепление белка на пептоны, которые растворяются в воде.

Установив действие желудочного сока на белки, следует перейти к выяснению условий, при которых фермент пепсин проявляет свое действие на белки.

Перед учащимися опять ставится цель опыта и дается четкий инструктаж к его проведению.

Большую помощь учащимся, в проведении опыта оказывает схематическая таблица, которую учитель предварительно чертит на доске и заполняет в процессе объяснения. Последняя графа заполняется при учете результатов опыта.

№ пробирки	Содержание пробирки	Т°	Результат опыта
1	Белок + желудочный сок	37	
2	Белок + кипяченый желудочный сок	37	
3	Белок + нейтрализованный желудочный сок	37	
4	Белок + желудочный сок	0	

Учащимся предлагается, согласно указаниям, записанным в таблице, прилить в каждую пробирку соответствующее вещество. Необходимо дать четкий инструктаж, как прокипятить одну порцию желудочного сока и как нейтрализовать другую.

Первые три пробирки учащиеся должны поставить в стакан или в жестяную банку с водой (рис. 48), которая нагрета до 37—38° С, а пятую пробирку опустить в стакан со льдом, снегом или с холодной водой.

Во время опыта необходимо один-два раза произвести осторожное взбалтывание содержимого пробирок. Через 5—7 минут учащиеся должны вынуть пробирки из теплой воды и отметить, какие изменения произошли с белком.

Учащиеся отмечают, что в пробирке № 1 хлопья белка исчезли, так как под влиянием фермента пепсина белок расщеплен до растворимых в воде пептонов, но что подобного явления не наблюдается в пробирках № 2, 3, 4. Данные наблюдения записываются в тетрадь. Учащимся предлагается найти причину того, почему белок не изменился в этих пробирках. Обычно учащиеся очень быстро подходят к выводу, что фермент пепсин проявляет свое действие на белок только при определенных условиях.

**Выводы.** Желудочный сок переваривает белки. Фермент пепсин действует на белки при определенных условиях: нейтрализованный желудочный сок не переваривает белка; он может

расщеплять белки только в кислой среде. Наилучшей температурой является температура человеческого тела. Прокипяченный желудочный сок не действует на белки, так как длительное кипячение разрушает фермент.

**Примечание.** В сокращенном виде с использованием первых двух пробирок опыт полезно продемонстрировать в курсе зоологии, где учащимся впервые дается понятие о процессе пищеварения.

## *Второй вариант*

### **Действие желудочного сока на фибрин и на мясо**

**Материал и оборудование:** те же, что для предыдущего опыта (стр. 111), кроме яйца. Вместо яйца берется фибрин (свернувшийся белок крови) или кусочки скобленного сырого мяса.

Фибрин достается на бойне. Он имеет вид беловато-серовой волокнистой массы. Хранить его следует в глицерине. Перед опытом его вынимают из глицерина и промывают в воде. Если есть возможность достать фибрин, то небольшого количества его хватает на несколько лет работы. Фибрин можно приготовить самому.

Берут свежес выпущенную кровь быка или другого животного и наливают в высокий сосуд (например, банку). Затем ее взбивают венчиком из прутьев, который вращают между ладонями. Волокна фибрина по мере свертывания крови захватываются прутьями венчика и таким путем извлекаются из крови. Свежес выделенный фибрин окрашен в яркокрасный цвет от присутствия эритроцитов. Чтобы отмыть их, фибрин подвергают продолжительное время действию текущей воды (под краном водопровода, закрыв сосуд марлей или завернув его в марлю). После промывания фибрин должен принять вид беловатосерой волокнистой массы.

Для заготовления фибрина впрок его надо поместить в глицерин, куда следует бросить еще небольшой кусочек тимола. В глицерине, в закрытой склянке, фибрин может храниться годами. По мере надобности его вынимают из глицерина, промывают в воде и употребляют в дело.

Взбивание крови продолжается до тех пор, пока выпадение фибрина не прекратится. Оставшаяся в сосуде дефибринированная кровь до занятий хранится в прохладном месте. Заготовку ее лучше провести накануне урока.

**Методика и техника.** Для опыта берут 5 пронумерованных пробирок и наливают в них следующее:

В пробирку № 1 — воду.

» » № 2 — желудочный сок.

» » № 3 — прокипяченный и остуженный желудочный сок.

» » № 4 — нейтрализованный желудочный сок.

» » № 5 — желудочный сок. Она сразу же ставится в стакан со льдом или снегом.

Желудочного сока наливается треть пробирки.

Во все пять пробирок кладется по небольшому кусочку фибрина или по равному количеству сырого мяса, наскобленного ножом. Первые 4 пробирки ставятся в «водяную баню», т. е. в стакан с водой, нагретой до 37—38° С.

При переваривании желудочным соком фибрин сперва разбухает от действия соляной кислоты, а потом начинает довольно быстро растворяться. Фибрин очень быстро переваривается желудочным соком (5—8 мин.), так что опыт может быть закончен в течение одного урока.

Вывод — см. раб. 54.

### *Третий вариант*

#### **Переваривание лапки лягушки**

Материал и оборудование: 1) желудочный сок; 2) 2 широкие пробирки, стойка к ним; 3) 2 лапки (задние или передние) свежеснятой лягушки со снятой кожей; 4) химический стакан с водой (консервная банка с водой); 5) треножник; 6) спиртовка; 7) термометр.

**Методика и техника.** В каждую пробирку кладут по одной свежесрезанной лапке лягушки (кожа с лапок снимается). В одну пробирку наливают воду, а в другую — желудочный сок (почти полную пробирку). Обе пробирки ставятся в «водяную баню», т. е. в посуду с водой, нагретой до 37—38° С. Через 1½—2 часа лапка лягушки во второй пробирке с желудочным соком будет почти вся переварена. В течение этого времени необходимо следить, чтобы температура в водяной бане не снижалась.

**Примечание.** Опыт очень показателен и хорош для демонстрации в кружке. Его можно усложнить, т. е. можно выяснить условия действия фермента пепсина.

### **Работа 55. Опыты с панкреатическим соком**

**Цель** — выяснить значение панкреатического сока в процессе переваривания белков, жиров и углеводов.

Опыт рекомендуется для внеклассной работы.

Материал и оборудование: 1) панкреатин; 2) 1%-й раствор соды; 3) 1%-й крахмальный клейстер (приготовление см. раб. 41, стр. 96); 4) свернутый белок яйца (приготовление см. раб. 40) или фибрин; 5) растительное масло; 6) вода; 7) пробирки и стойка к ним; 8) воронка; 9) вата; 10) треножник; 11) спиртовка; 12) термометр; 13) химический стакан или банка из-под консервов; 14) мензурка; 15) иод; 16) 10%-й раствор едкого кали или натра; 17) 2%-й раствор медного купороса; 18) пипетки; 19) феллингова жидкость.

**Приготовление искусственного панкреатического сока.** В аптеке покупается панкреатин — препарат высушенной поджелудочной железы, содержащий продукты ее внешней секреции — пищеварительные ферменты. Это — порошок желтого цвета. В воде полностью не растворяется.

Для приготовления искусственного панкреатического сока мензуркой отмеряют определенное количество порошка (например 20 г) и разбавляют его пятью такими же объемами 1%-го раствора соды. (При отсутствии мензурки можно пользоваться столовой ложкой.).

Необходимо хорошенько все это размешать и оставить на 20—30 мин. Полного растворения порошка все же не происходит, а поэтому приходится произвести фильтрацию через тонкий слой ваты, положенной в воронку.

Приготовление вытяжки из поджелудочной железы. Взять две поджелудочные железы (теленка или свиньи); очистить их от жира и соединительной ткани и пропустить дважды через мясорубку; фарш собрать в чашку, разбавить четырьмя объемами дистиллированной воды и поставить в водяную баню при 25° С. Через два часа отжать через полотенце и профильтровать несколько раз. Если вытяжку необходимо сохранить долго, то пропущенную через мясорубку поджелудочную железу обливают двойным количеством глицерина и оставляют стоять 2—3 недели. Такая вытяжка может долго служить для опытов, не подвергаясь порче. Перед опытом вытяжку разбавляют пятью объемами 1%-го раствора соды.

**Методика и техника.** Взять 3 пробирки и пронумеровать их.

В пробирку № 1 налить 3—4 см<sup>3</sup> 1%-го крахмального клейстера.

В пробирку № 2 налить 3—4 см<sup>3</sup> белка, разведенного водой (см. раб. 40). Белок свернуть, нагревая пробирку над пламенем спиртовой лампы. Вместо свернутого белка можно взять фибрин или настроганное сырое мясо.

В пробирку № 3 налить 2—3 капли растительного масла.

Во все 3 пробирки налить искусственного сока поджелудочной железы в количестве 3—4 см<sup>3</sup>.

Содержимое пробирок взболтать и поставить в водяную баню при температуре 37—38° С.

Через 15 минут исследовать содержимое пробирок.

### *Результаты опыта*

Пробирка № 1. Содержимое пробирки делится на 2 части и исследуется на крахмал и сахар. Содержимое становится прозрачным. При исследовании иодом помутнения не наблюдается. При исследовании пробой на сахар обнаруживается сахар.

Пробирка № 2. Содержимое пробирки становится прозрачным. При исследовании пробой на белок (см. раб. 40) белка не обнаруживается.

Пробирка № 3. При взбалтывании содержимого пробирки жидкость принимает цвет, подобный молоку.

Цветные реакции не являются обязательными; результаты опыта заметны на глаз.

Белок или фибрин совершенно перевариваются, что заметно простым глазом.

Содержимое пробирки № 1 становится прозрачным.

**Выводы.** Панкреатический сок действует на крахмал, расщепляя его до глюкозы. Белки под действием панкреатического сока расщепляются до растворимых аминокислот.

Жир при взбалтывании его с панкреатическим соком эмульгируется.

Жиры расщепляются до глицерина и жирных кислот, что в данном опыте не обнаруживается; показывается только эмульгирование.

**Примечание.** Опыт является желательным для демонстрации в классе при изучении темы «Пищеварение». Он может быть поставлен самими учащимися в кружке юных физиологов.

### **Работа 56. Действие желчи на жиры**

**Цель** — показать, что растительное масло (как и вообще жиры) эмульгируется под влиянием желчи.

Этот опыт в программе не указывается как обязательный для использования на уроке.

**Материал и оборудование:** 1) лягушка; 2) растительное масло; 3) инструменты для вскрытия; 4) часовое стекло или блюдечко для варенья; 5) пробирка; 6) вода; 7) пипетка.

**Методика и техника.** Перед опытом вскрывают усыпленную заранее лягушку и осторожно вынимают у нее желчный пузырь, стараясь не прорезать оболочки его. Желчный пузырь кладут на часовое стеклышко (или на маленькое блюдце) и при помощи скальпеля разрушают его оболочку. Желчь выливается из пузыря. К желчи прибавляют 2—3 см<sup>3</sup> воды и эту смесь выливают в пробирку, куда прибавляют две—три капли растительного масла. Содержимое пробирки взбалтывают.

Под влиянием желчи, имеющей щелочную реакцию, масло превращается в эмульсию.

**Выводы.** Желчь эмульгирует жиры.

**Примечание.** Опыт является весьма полезным. Недостатком его является то, что при лабораторной постановке его в классе потребуется большое количество лягушек (8—10). Для демонстрации он не вполне пригоден, так как небольшое количество желчи, имеющейся в желчном пузыре лягушки, делает опыт непоказательным для всего класса. Пробирку с полученной эмульсией нужно передавать учащимся для рассматривания.

Если есть возможность достать с бойни большое количество желчи от крупного животного, то опыт легко поставить и как лабораторную работу и как демонстрационный опыт. Если к желчи, налитой до половины пробирки, прибавить 5—10 капель растительного масла, то при взбалтывании получается стойкая эмульсия. Опыт следует рекомендовать для кружка юных физиологов.

## Работа 57. Односторонняя проницаемость живой ткани

*Цель* — показать, что односторонняя проницаемость является свойством живых тканей. Выяснение этого вопроса облегчает понимание сущности процесса всасывания. Недостаток учебного времени, отведенного программой на изучение темы «Органы пищеварения», не дает возможности поставить этот опыт на уроке. Он может быть поставлен в кружке с тем, чтобы результаты его можно было продемонстрировать на уроке по теме «Всасывание».

Материал и оборудование: 1) 2 живые лягушки; 2) 4 маленькие вороночки или 4 стеклянные трубки (диаметр 7—10 мм); 3) физиологический раствор (0,65% NaCl); 4) 1%-й раствор метиленовой синьки в физиологическом растворе; 5) спирт (денатурат); 6) 4 стакана; 7) нитки; 4 штатива; 8) инструменты для вскрытия лягушки; 9) стеклянная палочка или трубочка с хорошо оплавленными концами; 10) небольшой отрезок резиновой трубки.

**Методика и техника.** За два часа до урока или накануне урока у одной усыпленной лягушки ножницами подрезается кожа в верхней части бедра на границе бедра и туловища (на обеих задних конечностях). Разрез производится вокруг всего бедра. Кожу снимают с задних лапок лягушки и опускают в стакан с денатуратом, чтобы умертвить клетки кожицы.

Перед уроком таким же образом снимается кожа с двух задних конечностей другой живой обездвиженной или усыпленной лягушки. Из кожи каждой лапки готовят мешочек.

Одна из кожиц остается вывернутой, т. е. внутренняя поверхность будет снаружи. Эта кожица перевязывается выше пальцев. Все, что останется ниже перевязки, отрезается.

Верхний свободный и более широкий конец кожного мешочка надевается на конец воронки или стеклянной трубки и крепко привязывается к нему. Чтобы мешочек держался прочно, на конец воронки предварительно надевается резиновое колечко шириной в 1 см. Колечко отрезается от резиновой трубки. Воронка укрепляется в штатив. Мешочек наполняется 1%-м раствором метиленовой синьки, которая предварительно растворяется в физиологическом растворе. Если при наливании раствора метиленовой синьки мешочек был запачкан в синьке, то его следует обмыть снаружи водой, а потом опустить в стакан с физиологическим раствором (рис. 39).

Из второй кожицы живой лягушки также готовится мешочек, но предварительно кожица вывертывается, т. е. коже придается нормальное положение: наружная поверхность кожи должна быть обращена наружу. Для этого снятая с лапки лягушки кожица натягивается на стеклянную палочку или трубочку (с оплавленными концами).

Когда начинаем снимать кожицу с трубочки, она вывертывается, как вывертывается палец перчатки при снятии пер-

чатки с руки. Из этой кожицы готовится мешочек, который наполняется 1%-м раствором метиленовой синьки, привязывается к воронке, укрепленной в штативе, и опускается в стакан с физиологическим раствором.

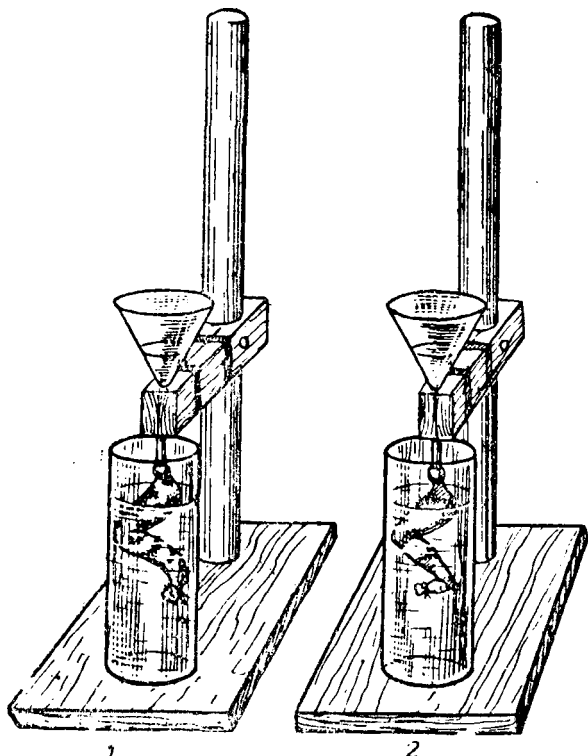


Рис. 39. Опыт, выясняющий одностороннюю проницаемость живой ткани.

1 — наружная поверхность кожи обращена наружу; 2 — наружная поверхность кожи обращена внутрь.

Из двух мертвых кожиц, лежащих в спирту, также готовятся два мешочка, из которых каждый привязывается к воронке, укрепленной в штативе, наполняется 1%-м раствором метиленовой синьки и опускается в стакан с физиологическим раствором. Перед приготовлением мешочков кожица прополаскивается в воде, так как от спирта она становится жесткой и легко может порваться.

*Результаты опыта через 1½—2 часа*

1. Физиологический раствор в том стакане, где находится мешочек из живой невывернутой кожи (кожа в нормальном положении), окрашивается в синий цвет (слабое окрашивание).



2. Физиологический раствор в том стакане, где находится мешочек из живой вывернутой кожи лапки лягушки (т. е. слизистый эпителий, покрывающий кожу снаружи, обращен внутрь мешочка), не окрашивается в синий цвет.

3. Физиологический раствор, находящийся в стаканах, куда опущены мешочки из убитой кожицы лягушки (вывернутой и нормальной), окрашивается в синий цвет.

**Выводы.** Живой эпителий кожицы лягушки обладает только односторонней проницаемостью. Мертвый эпителий кожицы лягушки представляет собой просто проницаемую перепонку, так как пропускает раствор в обе стороны согласно физическим законам осмоса.

## ОРГАНЫ ВЫДЕЛЕНИЯ

### Работа 58. Строение почки

**Цель** — дать конкретное представление об особенностях строения почки, связанных с ее функцией.

Использование свежего органа на уроке по изучению строения почки является весьма ценным методическим приемом работы учителя, содействующим прочному и сознательному усвоению учебного материала учащимися.

**Материал и оборудование:** 1) таблица — органы выделения человека; 2) торс человека; 3) на группу учащихся приготовить свежие почки (свиньи, кошки или собаки), острый нож, лупу, головную шпильку с тупым концом, доску или тарелку, на которую кладутся почки. Не рекомендуется давать почки коровы или телят, так как они по своему внешнему виду сильно отличаются от почек человека. Для работы следует **подобрать почки с сохранными отрезками трех трубок:** мочеточника, почечной артерии и почечной вены. Жировую капсулу, окружающую почку, следует предварительно удалить, так как она затрудняет работу учащихся. Жировую капсулу можно сохранить только на одной почке, которую и использовать для демонстрации того, что почки обычно бывают окружены жиром.

**Методика и техника.** Четкое представление о строении почки учащиеся могут получить в том случае, если последовательное изложение трудного учебного материала учителем будет сопровождаться демонстрацией таблиц, схематическими рисунками учителя на доске и рассматриванием учащимися натурального объекта.

Расположение органов выделения в организме человека следует продемонстрировать на торсе человека или на таблице. Все учащиеся должны приложить руку к той части своего позвоночника, около которой расположены почки. Учитель обязан проверить показания учащихся.

Следует сказать учащимся, что при сильном истощении человека жир, окружающий и поддерживающий почки, исчезает, в результате чего может произойти опущение почек, что сопровождается болевыми ощущениями.

При внешнем осмотре почки, производимом под руководством учителя, учащиеся должны рассмотреть тонкую, но крепкую оболочку, покрывающую почку, и удалить жир, находящийся на вогнутой части почки. Учащиеся сами должны описать форму почки и цвет ее, а затем найти мочеточник, почечную артерию и почечную вену. Мочеточник висит в виде мягкой спавшейся трубочки; артерию легко найти по ее упругим стенкам и открытому отверстию, а спавшуюся вену следует искать рядом с артерией.

Учащимся следует предложить зарисовать наружный вид почки, обозначив и надписав названия тех трубок, которые они только что видели. Используя таблицу или муляж, учитель должен указать, что почечная артерия отходит от аорты, а почечная вена впадает в нижнюю полую вену, и тем самым установить связь между почкою и большим кругом кровообращения. Для рассмотрения внутреннего строения почку следует разрезать вдоль острым ножом так, чтобы все трубки остались на одной стороне. Разрезание почек лучше произвести на уроке самому учителю. (См. рис. 40, показывающий, как нужно разрезать почку для изучения ее внутреннего строения).

Под руководством учителя учащиеся сначала находят основные части почки: 1) наружный, более темный, корковый слой; 2) слой пирамидок с сосочками; 3) полость почечной лоханки, которая обычно бывает заполнена жиром.

В корковом слое учащиеся должны рассмотреть в лупу темные точки — клубочки кровеносных сосудов, окруженные капсулами. Не разбирая еще процесса образования мочи, все же следует указать, что в корковом слое происходит образование мочи, которая по микроскопическим трубочкам — мочевым канальцам уходит из коркового слоя.

При рассматривании пирамидок необходимо привлечь внимание учащихся к хорошо заметной продольной исчерченности, идущей от наружного слоя к вершине сосочков. Эти собирательные трубочки лучше рассматривать в лупу. В лупу следует рассмотреть отверстия на вершинах сосочков, через которые моча из собирательных трубочек изливается в полость почечной

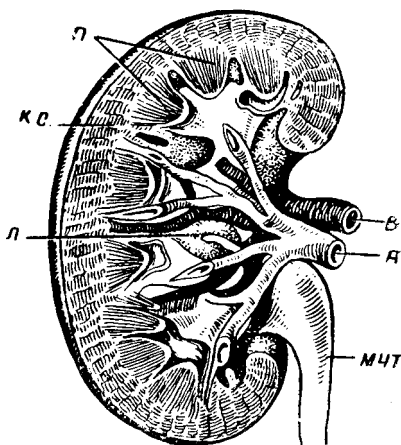


Рис. 40. Продольный разрез почки.

А — почечная артерия; В — почечная вена; к. с. — корковый слой; л — слой пирамидок; л — полость почечной лоханки; мчт — мочеточник.

лоханки, откуда, по мочеточнику удаляется из почки. Учащимся следует предложить ввести тупой конец головной шпильки в мочеточник через его наружное отверстие и проследить, от какой части почки начинается мочеточник. Следует привлечь внимание учащихся к тому, что в почке имеется большое количество кровеносных сосудов. Тупой конец головной шпильки следует ввести сначала в артерию, а затем в вену и таким путем найти несколько наиболее крупных разветвлений этих сосудов. Невооруженным глазом можно видеть отрезки сосудов и поперечные срезы их между пирамидками и на границе между наружным и внутренним слоем. В лупу следует рассмотреть более мелкие кровеносные сосуды в пирамидках и на поверхности почек. Изучение макроскопического строения почки следует закончить схематической зарисовкой учащимися того, что они видели на продольном разрезе почки.

**Вывод.** Особенности строения почки, обильное снабжение ее кровью находится в зависимости от функции почки — удаление из крови продуктов распада и окисления, поступающих в кровь из всех тканей и органов, и выведение их из организма. Кровь, протекающая по большому кругу кровообращения, связывает почки со всеми внутренними органами.

## **НЕРВНАЯ СИСТЕМА**

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ И ДЕМОСТРАЦИИ, ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПРОГРАММОЮ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

1. Опыты на нервно-мышечном препарате по изучению физиологических свойств нерва (см. раб. 59).
2. Наблюдение спинномозговых рефлексов на обезглавленной лягушке (см. раб. 60—64).
3. Демонстрации препаратов головного мозга (см. раб. 66).
4. Вскрытие глаза млекопитающего (см. раб. 71).

#### **Работа 59. Свойства нерва**

**Цель** — дать представление о возбудимости и проводимости нерва.

Опыт по изучению свойств нерва является обязательным. В описанных в данной работе двух вариантах первый может быть применен во время практической работы учащихся, а второй только для демонстрации его учителем. Третий вариант опыта, также рекомендуемый для демонстрации, описан в работе 15

#### **Первый вариант**

**Материал и оборудование:** 1) одна свежееотрезанная лягушечья лапка; 2) вилка Гальвани; 3) скальпель; 4) два пинцета; 5) чистые кристаллики поваренной соли; 6) мягкая кисточка; 7) физиологический

раствор (0,65% NaCl); 8) квадратик бумажки в 5—6 см<sup>2</sup>; 9) препаровальная ванночка или дощечка; 10) покровное стекло; 11) хлороформ или аммиак; 12) стеклянная палочка.

**Описание вилки Гальвани (пинцет Гальвани).** Берут две одинаковой толщины проволоки — медную и цинковую, по 10 см длиной. Концы их с одной стороны следует соединить путем скручивания. Для удобства можно их вделать в деревянную ручку или воткнуть в пробку. Свободные концы раздвинуть в виде вилки (см. рис. 41). Вместо проволоки можно взять медную и цинковую пластинки и приготовить из них пинцет (см. рис. 42).

**Методика и техника.** Каждый работающий учащийся получает одну свежееотрезанную лапку лягушки. Приготовление лапок производится учителем перед уроком. Лапки лягушки для этого опыта должны быть приготовлены так, чтобы верхний конец седалищного нерва был свободен. Этого можно достигнуть путем отрезания лапок в области тазобедренного сустава. При перерезке сустава верхний конец седалищного нерва легко отделяется.

Учащимся предлагается снять с лапки кожу, для чего следует одной рукой захватить кость бедра, а другой рукой, взяв маленький квадратик бумажки, захватить бумагой кожу, покрывающую бедро. Снять с лапки кожу, которая сдирается, как перчатка с пальца. Найти на лапке переднюю и заднюю сторону, учитывая то, что икроножная мышца находится на задней стороне конечности. Положить лапку лягушки на дно препаровальной ванночки или на дощечку так, чтобы задняя сторона лапки была обращена вверх. При помощи двух пинцетов, взятых в руки, осторожно раздвигать мышцы, находящиеся на задней поверхности бедра, до тех пор, пока не будет обнажен довольно толстый и белый седалищный нерв. Найдя нерв, осторожно отпрепарировать его свободный конец, т. е. отделить его от окружающих тканей. С этой целью свободный конец нерва, находящийся в верхней части бедра, захватывается пинцетом и приподнимается. Ножницами подрезается соединительная ткань, окружающая нерв. При препаровке нерва упрощенным способом можно рекомендовать перевязку нерва ниткой на его свободном конце для того, чтобы не трогать его инструментом. В таком случае нерв приподнимается за нитку и ножницами подрезается соединительная ткань, окружающая нерв. Во время препаровки нерв



Рис. 41.  
Вилка  
Гальвани.

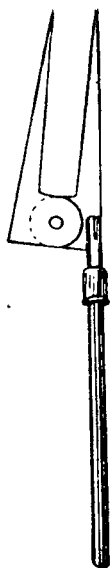


Рис. 42.  
Пинцет  
Гальвани.

нельзя сжимать, натягивать, трогать острым инструментом. Отпрепарированный нерв слегка приподнимается за свободный конец; на мышцы бедра кладется покровное стеклышко; нерв опускается и кладется на это покровное стекло. На стекло нерв кладется для того, чтобы он не касался мышц. Отпрепарированный нерв и вся лапка смачиваются физиологическим раствором при помощи мягкой кисточки (см. рис. 43).

1. Несколько раз осторожно прикладывать к отпрепарированному нерву и отнимать оба конца вилки (или пинцета) Гальвани (см. рис. 41 и 42).

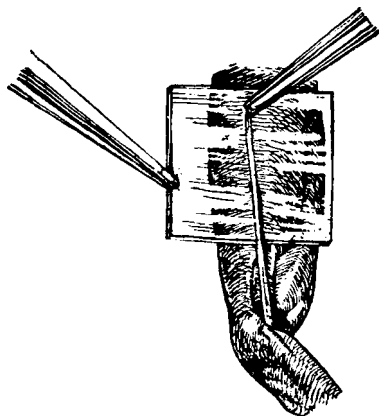


Рис. 43. Школьный нервно-мышечный препарат, подготовленный к опыту.

Гальвани возникает слабый электрический ток, вполне достаточный для того, чтобы вызвать состояние возбуждения в нерве; наблюдать, что будет происходить с мышцами голени и стопы лапки лягушки.

2. Смочив нерв физиологическим раствором, на самый конец нерва положить несколько кристалликов поваренной соли. Наблюдать, что будет происходить с мышцами голени и стопы лапки лягушки.

3. Снять кристаллик соли с нерва и, тщательно отмыв физиологическим раствором конец нерва от соли, ущипнуть пинцетом конец нерва. Если при этом не происходит сокращения мышц

голени и стопы, то нужно отрезать кончик нерва и повторить применение механического раздражителя.

Когда учащиеся убедятся в том, что при всяком раздражении нерва мышцы лапки лягушки сокращаются — необходимо им разъяснить те физиологические процессы, которые при этом происходят в нерве, а если они знакомы со свойствами нерва, то вспомнить их.

Затем перед учащимися следует поставить вопрос: при всех ли условиях сохраняет нерв свою проводимость? Учащимся предлагается испытать, влияют ли на проводимость нерва охлаждение или химическое раздражение.

С этой целью они должны при помощи стеклянной палочки нанести на среднюю часть обнаженного нерва каплю хлороформа (или аммиака) или положить на нерв маленький кусочек льда, а затем раздражать нерв электрическим током выше места приложения раздражителя и ниже этого места.

Учащиеся наблюдают, что если нерв раздражается ниже места охлаждения или действия капли хлороформа, то мышцы

сокращаются. При раздражении же нерва выше места охлаждения его (или выше капли хлороформа) мышцы не сокращаются или сокращаются очень слабо.

Учащимся следует предложить смыть хлороформ физиологическим раствором или удалить лед и через некоторое время опять испытать применение электрического раздражителя выше места охлаждения (или выше того места, где находилась капля хлороформа).

Учащиеся убеждаются в том, что проводимость нерва восстановилась, и приходят к заключению, что охлаждение и хлороформ изменяют проводимость нерва, ослабляя или полностью нарушая ее.

**Выводы.** Опыт показывает возбудимость нерва от различных раздражителей и проводимость возбуждения по нерву к мышцам. Проводимость осуществляется только при физиологической целостности и непрерывности нерва.

**Примечание.** В данном варианте опыт ставится в классе как практическая работа учащихся. Для демонстрации всему классу он не годен.

Для демонстрации может быть использован вариант опыта с использованием нервномышечного препарата, состоящего из седалищного нерва и икроножной мышцы лягушки представленный в раб. 15 на стр. 34 «Сокращение мышцы при раздражении нерва». Указанный опыт усложняется применением различных раздражителей и нарушением проводимости нерва. Описание упрощенного варианта дается в следующей работе.

### *Второй вариант*

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) инструменты для вскрытия; 3) препаровальная ванночка или доска; 4) штатив с зажимом; 5) пробковая пластинка  $10 \times 15$  см (может быть заменена толстой картонкой или тонкой деревянной из мягкого дерева); 6) несколько обыкновенных булавок с головками; 7) вилка Гальвани или источник электрического тока; 8) физиологический раствор (0,65% NaCl); 9) кисточка или пипетка; 10) электрическая кнопка или ключ для замыкания и размыкания тока; 11) полотенце; 12) вата; 13) кристаллики.

**Подготовка прибора для демонстрации опыта.** Пробковая (или другая) пластинка укрепляется вертикально в зажиме штатива (см. рис. 9). Посредине этой пластинки в верхней трети ее вкалываются две булавки на расстоянии 2 см. Концы булавок слегка заггибаются вверх. На эти крючки из булавок во время опыта кладется нерв. Если опыт будет проводиться с вилкой Гальвани, то на этом устройство установки заканчивается. Если же в качестве источника тока будет использован какой-либо элемент, то концы звонковых изолированных проводов, соединенных с элементом, освобождаются от обмотки, подчищаются ножом и прикрепляются к тем булавкам, которые воткнуты в вертикально укрепленную дощечку. В цепь включается для замыкания и размыкания тока электрическая кнопка или ключ.

**Подготовка лапки лягушки для опыта.** Живую лягушку берут в руки (в полотенце) и перерезают ей позвоночник. Препаровальной иглой разрушают головной и спинной мозг. Держа лягушку за задние лапки, отрезать (поперек) все свисающее

вниз туловище, оставив только нижнюю часть позвоночника и задние конечности.

Очистив задние лапки лягушки от остатков внутренностей, разделить их друг от друга, ведя разрез вдоль по средней линии оставленной части позвоночника. Снять с одной лапки кожу. Положив ее в ванночку на переднюю сторону и осторожно раздвинув двумя пинцетами мышцы на задней поверхности бедра, обнажить седалищный нерв. Перерезать нерв у самого позвоночника, заботясь о том, чтобы нерв не был отделен от конечности. Захватив пинце-

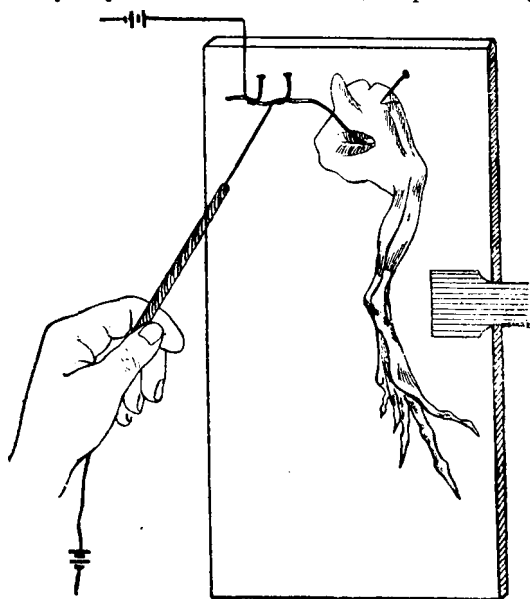


Рис. 44. Установка опыта для наблюдения сокращения мышцы при раздражении нерва.

том свободный верхний конец нерва, отпрепарировать, т. е. подрезать ножницами окружающие ткани. Нерв отпрепаровывается до коленного сустава. На этом подготовка препарата к опыту заканчивается. Мышцы и нерв смачиваются физиологическим раствором. Вся указанная подготовка производится до урока. До опыта лапка лягушки лежит в ванночке, покрытая ваткой, смоченной физиологическим раствором.

На уроке лапка прикрепляется вертикально к пробковой пластинке при помощи 1—2 булавок, проткнутых через мышцы бедра, а отпрепарированная часть седалищного нерва кладется на две булавки, воткнутые в пробковую пластинку. Лапка лягушки укрепляется около этих двух булавок на таком расстоянии, чтобы можно было положить на них нерв. После укрепления лапки на доске мышцы лапки и нерв смачиваются физиологическим раствором (рис. 44).

**Опыт.** Во время опыта в качестве раздражителя сначала применяется электрический ток. К той части нерва, которая находится между двумя булавками, следует несколько раз при-

коснуться обоими концами вилки или пинцета Гальвани. Возникающий между концами цинковой или медной проволоки слабый электрический ток является вполне достаточным для возникновения в нерве состояния возбуждения, которое проводится по нерву в мышцы голени и стопы. При раздражении нерва мышцы голени и стопы сокращаются, что издали хорошо видно всем учащимся класса. Чтобы лапка лягушки была лучше заметна издали, на пробковую пластинку можно приклеить бумагу такого цвета, на фоне которого бледные мышцы лягушки будут четко выделяться.

Если в опыте в качестве источника тока используется элемент, то, как сказано выше, концы изолированных звонковых проволок, идущих от элемента, очищаются от обмотки и прикрепляются к тем булавкам, на которые положен нерв (один электрод к одной булавке, а другой — к другой). Замыкание и размыкание тока производится при помощи электрической кнопки или ключа, включенных в цепь.

При отсутствии кнопки или ключа один электрод присоединяется к одной из булавок, на которых лежит нерв, а другой электрод то прикладывается к нерву (между булавками), то отнимается от него. В момент замыкания и размыкания тока мышцы голени и стопы сокращаются.

После того как учащиеся несколько раз понаблюдадут сокращение мышц лапки лягушки при раздражении нерва, необходимо приступить к выяснению причин наблюдаемых явлений, используя при объяснении следующий план:

- 1) иннервация мышц;
- 2) свойства нерва;
- 3) свойства мышц.

Используя схематический рисунок («Нервные окончания в скелетной мышце»), следует рассказать, что к каждой мышце из центральной нервной системы подходит нерв. Войдя в мышцу, нерв разветвляется на тончайшие волокна.

В данном опыте под влиянием электрического тока в нерве (в месте приложения к нему электродов) возникает возбуждение, которое по нерву проводится в мышцу. Возбудимость и проводимость являются основными физиологическими свойствами нерва.

Возникшее в нерве под влиянием раздражителя возбуждение, пройдя по всей его длине, переходит с нервных окончаний на мышечные волокна, и они сокращаются. Возбудимость и сократимость являются основными физиологическими свойствами мышц.

Раздражая отдаленный от мышцы конец нерва, мы наблюдаем сокращение мышц; следовательно, возбуждение к ним могло пройти лишь по нерву. Необходимо еще раз продемон-



стрировать опыт, применяя электрическое, механическое раздражение нерва (щипок пинцетом) и химическое (соль).

**Вывод.** Опыт показывает возбудимость нерва от различных раздражителей и проводимость возбуждения по нерву.

**Примечание.** Этот вариант опыта может быть использован в теме «Организм как единое целое» перед ознакомлением учащихся с рефлексом. Демонстрация и анализ этого опыта облегчит учащимся понимание рефлекса.

## Работа 60. Рефлексы спинного мозга

**Цель** — дать понятие о рефлексе и простейшей рефлекторной дуге.

Опыт является обязательным для демонстрации в классе.

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) ножницы; 3) пинцет; 4) игла препаровальная; 5) 1%-я серная кислота в стакане; 6) штатив; 7) пробка; 8) полотенце; 9) стакан с водой; 10) фильтровальная бумага.

**Методика и техника.** Подготовка лягушки к опыту. Обезглавить лягушку, т. е. лишить ее головного мозга следующим образом.

Туловище лягушки со всеми лапками заворачивается в полотенце так, чтобы свободно торчала голова; тогда животное не будет своими движениями мешать операции и не выскользнет из рук. В левую руку берется запеленутая таким образом лягушка, а в правую — острые ножницы. Одно лезвие ножниц вводится в рот в поперечном направлении. Верхнее лезвие поместить над затылком лягушки позади барабанных перепонки и быстрым движением отстричь черепную коробку вместе с головным мозгом. Необходимо, чтобы разрез прошел позади барабанных перепонки, только в таком случае будет удален весь головной мозг (рис. 45). Смочить физиологическим раствором ватный тампон и положить его в ранку, чтобы предохранить ее от высыхания. Нельзя вату заталкивать в рану, так как легко привести в состояние возбуждения спинной мозг (рис. 45).

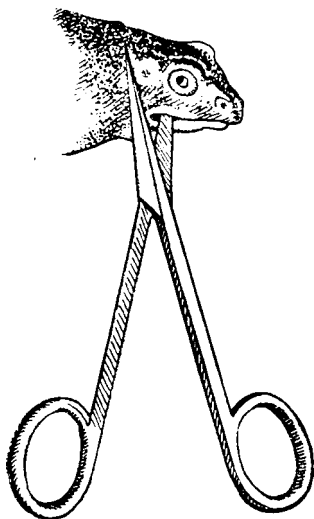


Рис. 45. Удаление черепной коробки вместе с головным мозгом.

Если разрез будет сделан неправильно и останется часть стволового отдела мозга, то лягушка, положенная на спину, будет переворачиваться, а лягушка, посаженная на стол, будет прыгать. У такой лягушки следует отрезать часть мозга.

Удаление головного мозга производится за полчаса до опыта.

Улучшению качества демонстрации способствует применение белого экрана, поставленного сзади лягушки (см. описание экрана в раб. 7 на стр. 23).

1. Пинцетом слабо уцепить кожу на одной из задних лапок лягушки. Лягушка сгибает лапку. Погрузить концы пальцев задней лапки лягушки в 1%-й раствор серной кислоты. Лягушка вытаскивает лапку из кислоты. Омыть лапку в стакане с водой. Взять квадратик фильтровальной бумаги ( $0,5\text{ см}^2$ ), смочить его 1%-м раствором кислоты и положить на кожу бедра лягушки. Лягушка ответит сокращением этой же лапки. Омыть лягушку в стакане с водой.

Разъяснить учащимся, что данная ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при участии спинного мозга, называется рефлексом. Наблюдаемое движение — рефлекторное движение.

Нарисовать схему простой рефлекторной дуги и разъяснить физиологическую сторону процесса.

2. На одной лапке спинномозговой лягушки снять кожу с голени и стопы. На бедре захватить кожу пинцетом, проткнуть ее осторожно одним лезвием ножниц и сделать круговой разрез кожи вокруг бедра. Быстрым сильным движением снять кожу с лапки. Подвесить лягушку к штативу и погрузить в 1%-й раствор серной кислоты пальцы конечности, на которой сохранена кожа. Лягушка извлекает лапку из кислоты. Смыть кислоту водой. Погрузить в ту же кислоту пальцы задней конечности, лишенной кожи. Сгибания конечности не наблюдается. Удаление кожи можно заменить продольным разрезом кожи на голени и отведением ее в стороны. На обнаженное место накладывается бумажка с кислотой.

3. Снять лягушку с крючка и разрушить ей спинной мозг следующим образом: взять лягушку в левую руку, вынуть из головы тампон ваты, положенный в начале опыта, и найти отверстие позвоночного канала. В это отверстие ввести как можно

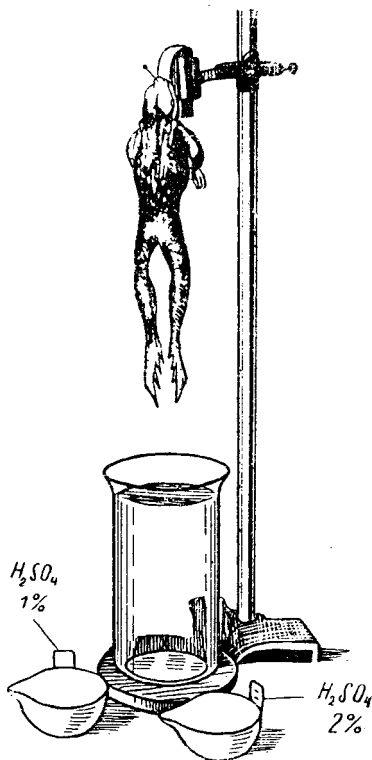


Рис. 46. Спинномозговая лягушка, приготовленная для опыта.

глубже длинную препаровальную иглу и несколько раз ее повернуть.

Снова подвесить лягушку к штативу.

Обратить внимание на то, что мышцы лягушки уже не имеют тонуса.

Ущипнуть кожу на той лапке лягушки, где кожа сохранена. Опустить пальцы этой лапки в раствор с кислотой. Смочить квадратик фильтровальной бумаги в кислоте и положить на кожу бедра.

Во всех случаях рефлекса не наблюдается.

**Выводы.** Для осуществления рефлекса необходима анатомическая целостность всех частей рефлекторной дуги. При выключении из дуги нервных окончаний кожи или центральной части дуги (спинной мозг) рефлекс не осуществляется.

**Примечание.** Опыт проводится самим педагогом. Ставить опыт как практическую работу учащихся на уроке не рекомендуется. В кружковой работе он может быть дан самим учащимся.

### **Работа 61. Влияние силы раздражителя на время рефлекса и характер ответной реакции**

**Цель** — дать понятие о сложном рефлексе, о зависимости рефлекса от силы раздражителя, о скрытом периоде возбуждения, об иррадиации.

Работа необязательная, но желательная, так как опыт доказывает учащимся материальность физиологических процессов, происходящих в нервной системе.

**Материал и оборудование:** 1) спинномозговая лягушка (см. стр. 128); 0,1%-я, 0,3%-я, 0,5%-я серная кислота; 3) стакан с водой; 4) метроном; 5) штатив для подвешивания лягушки; 6) булавка; 7) пинцет.

**Примечание.** Если нет метронома, то следует научить учащегося-ассистента производить четкие ритмичные удары по столу или использовать секундный маятник.

**Методика и техника.** Подготовка к опыту. Приготовить спинномозговую лягушку, подвесить ее к штативу, проверить действие всех вышеуказанных растворов кислоты, так как характер рефлекса зависит от общего физиологического состояния каждой отдельной лягушки. Испытание действия всех указанных раздражителей (кислота различной концентрации) производится путем опускания лапки лягушки в стакан или в чашку с раствором кислоты. Необходимо выполнить следующие условия: 1) растворы в стаканы должны быть налиты до одной высоты; 2) лапки при погружении опускаются каждый раз на определенную глубину для того, чтобы раздражитель действовал на одну и ту же поверхность кожи.

В каждом случае наблюдается характер рефлекторной реакции и время ее наступления. Необходимо так подобрать растворы, чтобы один раствор кислоты совсем не вызывал реф-

лекса, другой должен вызвать четкое отдергивание той задней конечности, пальцы которой опущены в кислоту; наконец, третий раствор кислоты должен вызвать сокращение мышц двух задних конечностей или беспорядочный распространенный рефлекс, хотя в кислоту опущены пальцы одной из лапок лягушки. Если указанные выше растворы кислоты не дают желательного результата, то следует испробовать растворы иной концентрации (1 % -й, 2 % -й и др.).

После каждой пробы лягушку следует оmyвать водой и давать ей отдых (приблизительно 2—3 минуты).

Перед опытом преподаватель на доске, а учащиеся в тетрадях готовят таблицу, которая будет заполняться в процессе работы.

Раздражитель	Время рефлекса	Характер ответной реакции
Кислота 0,1%	на 7-м ударе " 8-м "	Рефлекса нет
" 0,3%		Сокращение одной задней лапки
" 0,5%		Сокращение двух задних лапок или беспорядочный распространенный рефлекс

**Демонстрация опыта в классе.** Спинномозговая лягушка подвешивается к штативу. Пускается метроном. Учащимся предлагается отсчитывать число ударов метронома от момента опускания пальцев в кислоту до момента наступления ответной реакции.

Если метронома нет, то заранее обученный учащийся ритмически ударяет по столу.

Вместо метронома можно воспользоваться часами с секундной стрелкой. Но в методическом отношении метроном и даже простое отстукивание более ценно, так как делает активным весь класс.

Сначала пальцы одной из задних лапок лягушки опускаются в самый слабый раствор кислоты (0,1 % -й). Рефлекса не наблюдается. Производится запись в таблицу.

То же проделывается с остальными подобранными растворами, причем каждый раз отмечается, на каком ударе метронома получается ответная реакция и характер ее.

Результаты записываются в таблицу.

Можно повторить опыт с каждым раздражителем несколько раз и на основании полученных данных определить среднее рефлекторное время.

**Выводы.** Опыт дает возможность выяснить следующие вопросы.

1. Раздражитель должен достигнуть определенной силы, чтобы вызвать рефлекторное действие.

2. Чем сильнее раздражитель, тем короче «время рефлекса». Временем рефлекса называется период, протекающий от момента раздражения до начала ответной реакции.

3. Чем сильнее раздражитель, тем шире зона распространения возбуждения (иррадиация) по спинному мозгу.

**Примечание.** Опыт сопровождается разъяснением преподавателя о дуге сложного рефлекса. Опыт требует тщательной подготовки и демонстрируется самим преподавателем при изучении физиологии спинного мозга.

В групповой работе он может быть поставлен учащимися.

## **Работа 62. Значение спинного мозга в координации движений**

**Цель** — показать значение спинного мозга в координации движений.

**Материал и оборудование:** 1) спинномозговая лягушка; 2) серная кислота 1% и 3%-я; 3) квадратики фильтровальной бумаги (все равные); 4) пинцет; 5) стакан с водой.

**Методика и техника.** Подвесить к штативу спинномозговую лягушку. Смочить квадратик фильтровальной бумаги в 1%-й кислоте и положить на заднюю поверхность бедра одной из лапок. Наблюдать сбрасывание бумажки той конечностью, на бедро которой положена бумажка. Смыть кислоту, искупав лягушку в стакане с водой.

Положить другой квадратик, смоченный 3%-й кислотой, на нижнюю часть брюшка. Наблюдать смахивание бумажки ближайшей лапкой; если лягушке не удастся смахнуть бумажку этой лапкой, то она сбрасывает ее другой.

Обмыть кожу водой, дать лягушке отдохнуть и повторить опыт несколько раз, прикладывая бумажку к различным участкам кожи на средней линии живота, спины, на передние конечности. Каждый раз обмывать кожу от кислоты и давать отдых лягушке.

Отмечать каждый раз определенную координацию движений, направленных к тому, чтобы смахнуть бумажку с данного, определенного участка кожи.

**Выводы.** Опыт показывает, что существует координация между раздражением определенного участка кожи и сокращением соответствующих мышц, что спинной мозг играет определенную роль в координации движений.

**Примечание.** Опыт рекомендуется для демонстрации в классе при изучении значения спинного мозга и для групповой работы.

## **Работа 63. Торможение рефлексов спинного мозга**

**Цель** — дать понятие о торможении рефлексов, подчеркнув, что явление торможения свойственно всей центральной нервной системе.

Опыт является желательным при изучении физиологии спинного мозга, так как школа не располагает другим простым опытом для демонстрации явления торможения.

**Материал и оборудование:** 1) спинномозговая лягушка; 2) серная кислота 0,3%-я и 0,5%-я; 3) пинцет; 4) стакан с водой.

**Методика и техника.** Минут за 20—30 до опыта приготовить спинномозговую лягушку. Подвесить лягушку к штативу. Искать ее в стакане с водой. Пустить метроном, предложив учащимся отмечать количество ударов метронома от момента опускания лапки в кислоту до наступления ответной реакции.

Опустить пальцы одной из задних лапок в чашку с кислотой. Отметить и записать, на каком ударе метронома лягушка вытащила лапку из кислоты. Обмыть лягушку водой.

Повторить опыт в следующем варианте: за несколько секунд раньше погружения одной лапки в раствор кислоты сильно сдавить пинцетом или рукой другую лапку (в области голени или бедра).

Отметить, на каком ударе метронома получится поднимание лапки, опущенной в кислоту.

Рефлекс может сильно запоздать, или его совсем не получится.

При прекращении сжимания лапки рефлекс проявляется вновь. Обмыть лягушку водой. Дать ей отдых (3—5 минут). Опустить одну лапку в кислоту и определить «время рефлекса». Записать. Обмыть лапку водой.

**Выводы.** Рефлекс может быть ослаблен или задержан совсем, если в центральную нервную систему одновременно поступает два потока возбуждений, один из которых является более сильным.

**Примечание.** Отсчитывание ударов метронома можно заменить отсчитыванием ритмически правильных ударов ключом, линейкой по столу, использованием секундного маятника.

## **Работа 64. Сеченовское торможение**

**Цель** — показать классический опыт И. М. Сеченова, открывшего тормозящее влияние головного мозга на спинномозговые рефлексy.

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка; 2) инструменты для вскрытия (ножницы маленькие и острые); 3) метроном; 4) поваренная соль крупно-кристаллическая; 5) серная кислота 0,1%-я; 6) фильтровальная бумага или вата; 7) полотенце; 8) штатив.

**Методика и техника.** Вскрыть черепную полость лягушки. Разобраться в строении головного мозга лягушки (рис. 47). Скальпелем провести поперечный разрез через середину промежуточного мозга. Передние отрезанные части мозга осторожно

удалить пинцетом. Осушить фильтровальной бумагой поверхность мозга и подвесить лягушку к штативу. Пустить метроном. Опустить одну из лапок лягушки в стакан с 0,1%-й серной кислотой, отметив по метроному время наступления ответной реакции (поднимание лапки). Омыть лягушку водой. Проверить еще раз суха ли поверхность мозга и положить маленький кристаллик поваренной соли (сильный физико-химический раздражитель) на поверхность разреза. Если поверхность мозга не будет сухой, то соль растечется и вызовет раздражение продолговатого и спинного мозга.

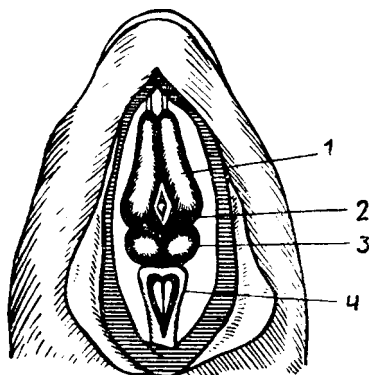


Рис. 47. Головной мозг лягушки.  
1 — большие полушария; 2 — промежуточный мозг; 3 — средний мозг; 4 — продолговатый мозг.

После наложения кристаллика поваренной соли на разрез мозга опустить одну из задних лапок в стакан с кислотой и отметить по метроному время наступления рефлекса. Рефлекс будет сильно запаздывать или совсем исчезнет (полное торможение).

Выводы. Данным опытом Сеченов доказал существование тормозящих влияний со стороны промежуточного мозга на спинно-мозговые рефлексы.

Примечание. Опыт рекомендуется поставить в классе как демонстрационный опыт учителя. Он требует большого навыка, так как необходимо быстро вскрыть черепную полость и удалить переднюю часть мозга, не поранив других частей мозга.

Демонстрация этого опыта имеет большое воспитательное значение, так как учащиеся знакомятся с известным опытом нашего отечественного ученого, открывшего процесс центрального торможения.

Учащиеся, желающие сами проделать этот опыт в кружке, должны поупражняться в технике операции на усыпленной лягушке.

## Работа 65. Влияние наркотических веществ на центральную нервную систему

(По описанию Н. Г. Маллицкой и И. С. Александрова)<sup>1</sup>

Цель — показать значение состояния центральной нервной системы для рефлекторной деятельности организма и для тонуса мышц.

Опыт рекомендуется для кружка юных физиологов.

Материал и оборудование: 1) живая лягушка; 2) эфир; 3) тарелка; 4) воронка; 5) вата; 6) полотенце.

<sup>1</sup> Н. Г. Маллицкая и И. С. Александров. Руководство к практическим занятиям по физиологии, 1948, стр. 189.

**Методика и техника.** Лягушку следует посадить на тарелку, накрыть ее воронкою и поместить под воронку комочек ваты, смоченный эфиром. По мере вдыхания паров эфира лягушка становится менее подвижной и, наконец, лежит совершенно неподвижно. Вынуть из-под воронки лягушку, обратить внимание учащихся на расслабленное состояние мышц (отсутствие тонуса) и на отсутствие рефлекторной реакции на щипок пинцетом.

По мере того как пары эфира удаляются из организма, нормальное состояние нервной системы восстанавливается, расслабление мускулатуры исчезает и лягушка начинает отвечать на щипок пинцета.

**Вывод.** Целый ряд веществ, к которым относятся эфир и хлороформ, оказывают сильное влияние на состояние нервной системы. Опыт показывает, что характер ответа организма на раздражение зависит не только от силы раздражения, но и от состояния нервной системы. Тонус мышц также определяется центральной нервной системой.

## **Работа 66. Строение головного мозга**

**Цель** — используя натуральный объект, дать конкретное представление о внешнем виде белого и серого вещества мозга.

**Материал и оборудование:** 1) на группу работающих приготовить свежий мозг млекопитающего (свиньи, овцы, коровы, кошки), фиксированный мозг млекопитающего, острый нож или ланцет, доску или тарелку для материала; 2) таблицы с изображением строения головного мозга человека (вид сверху, снизу, сагитальный или поперечный разрезы); 3) фиксированный препарат головного мозга человека; 4) разборная модель головного мозга человека; 5) череп человека. При недостатке материала следует выдать работающим не целый мозг, а половину его (правую или левую).

**Методика и техника.** Свежий натуральный головной мозг млекопитающего используется на уроке как иллюстрация к рассказу учителя о строении головного мозга. Уплотненный фиксированный препарат мозга, а тем более модель его, не дают правильного представления о внешнем виде нервной ткани. Защитное значение черепной коробки и необходимость бережного обращения со своей головой (защита от ударов, сотрясений, перегрева и т. д.) только тогда до конца осознаются учащимися, когда они своими глазами увидят необычайно нежное мозговое вещество и попробуют его резать. При внешнем осмотре свежего и фиксированного головного мозга млекопитающего учащиеся должны рассмотреть оставшиеся на нем мозговые оболочки и части мозга, видимые сверху и снизу. На поверхности больших полушарий следует тщательно рассмотреть борозды и извилины.

На продольном (сагитальном) разрезе головного мозга, который может быть сделан самими учащимися, следует предложить найти ствол мозга, мозжечок, большие полушария, мозолистое тело и полость третьего желудочка. На по-



перечном разрезе больших полушарий учащиеся должны тщательно рассмотреть поперечное сечение извилин, найти и описать белое и серое вещество мозга и сравнить состояние нервной ткани в свежем мозгу и в фиксированном препарате.

Учащиеся рассматривают выданный им материал, находят на нем соответствующие части и сравнивают их с тем, что показано на таблицах, изображающих мозг человека (рис. 48).

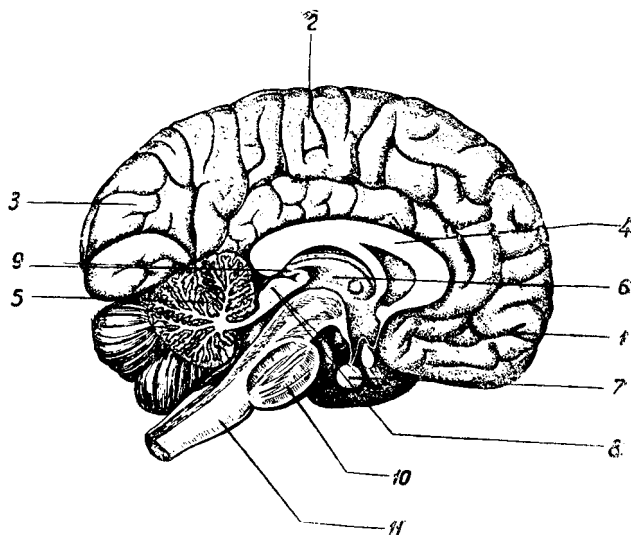


Рис. 48. Головной мозг человека.

1 — лобная доля полушария большого мозга; 2 — теменная доля; 3 — затылочная доля; 4 — мозолистое тело; 5 — мозжечок; 6 — зрительный бугор; 7 — придаток мозга; 8 — четверохолмие; 9 — шишковидная железа; 10 — варолиев мост; 11 — продолговатый мозг.

**Вывод.** Наибольшего развития головной мозг достигает у человека. Полушария переднего мозга человека сверху закрывают все отделы головного мозга; на поверхности их находится большое количество борозд и извилин, которые выражены особенно рельефно. Коренные отличия головного мозга человека возникли и развились в процессе трудовой деятельности человека. Головной мозг окружен и защищен черепной коробкой.

### Работа 67. Демонстрация лягушки с удаленными большими полушарьями

**Цель** — показать, как влияет на поведение лягушки удаление больших полушарий.

**Материал и оборудование:** 1) 2 живые лягушки; 2) инструменты для вскрытия; 3) полотенце; 4) вата; 5) 3%-й раствор перекиси водорода; 6) коллодий; 7) стеклянный аквариум или большой таз с водой.

**Методика и техника.** Удаление полушарий можно произвести за 1—2 часа до демонстрации опыта в классе.

Завернуть лягушку в полотенце, оставив свободной голову.

Удерживая лягушку в левой руке, сделать поперечный разрез кожи в несколько миллиметров, немного позади носовых отверстий. Продвинув одно лезвие ножниц в этот разрез, рассечь кожу с обеих сторон на протяжении около 1,5 см и образовавшийся кожный лоскут отвернуть назад. Сквозь обнаженную поверхность черепа просвечивают контуры мозга.

У самого переднего края кожной раны, действуя кончиками ножниц, рассечь поперечным разрезом костную покрывку и вскрыть полость черепа. Введя кончик одного лезвия ножниц в полость черепа и держа лезвие все время в тесном контакте с внутренней поверхностью кости, чтобы не повредить мозг, рассечь покрывку черепа сначала с одной, а затем с другой стороны. Отвернуть назад костный лоскут и удалить его поперечным разрезом.

Установив точно все отделы головного мозга, скальпелем отделить большие полушария по их нижнему заднему краю. Сделать это надо осторожно, чтобы не повредить зрительных долей и других частей мозга. Удалить из черепа отрезанные полушария. Если будет сильное кровотечение, то к порезу приложить ватку, смоченную трехпроцентным раствором перекиси водорода или сухие ватные тампоны.

Окончив операцию, покрыть рану лоскутом кожи и зашить обыкновенной иглой и ниткой. Можно просто тампонировать рану ваткой и залить коллодием. Лягушку до опыта следует держать в тарелке с водой, прикрытой сверху большой воронкой. Воду чаще менять.

1. Лягушка с удаленными большими полушариями сохраняет обычно нормальное положение тела (рядом положить нормальную лягушку).

2. Притронуться к лягушке, — она начинает скакать. Скачки в основном нормальны. Если наткнется на препятствие, то обойдет его только в том случае, если ее щипнуть.

Проделать то же с нормальной лягушкой.

3. Погладить лягушку по спине, — она начинает квакать.

4. Посадить на деревянную дощечку. Начать медленно поворачивать эту дощечку. Лягушка будет передвигаться, все время удерживая равновесие.

То же проделать с нормальной лягушкой.

5. Бросить оперированную лягушку в таз с водой. Она будет плавать.

Проделать то же с нормальной лягушкой.

6. В банку, где сидит лягушка, бросить мух. Лягушка без полушарий будет безучастна. Нормальная лягушка быстро поймает муху.

**Выводы.** Опыт показывает, что у лягушки, лишенной больших полушарий, все безусловные рефлексы сохранены и осуществляются нормально. Она сохраняет равновесие. Спонтанные же (произвольные) движения сильно ограничены.

**Примечание.** Опыт желателен для демонстрации в классе. Он также может быть предложен для самостоятельной работы учащихся в кружке.

Удаление больших полушарий требует хорошего навыка, а поэтому юным физиологам рекомендуется научиться делать эту операцию на усыпленной лягушке, а потом уже перейти к работе с живой лягушкой.

### **Работа 68. Выработка условного рефлекса у карася**

*(По Хотину)*

**Цель** — познакомить учащихся с методикой получения условных рефлексов и показать значение условных рефлексов в осуществлении взаимоотношений организма с внешней средой.

Опыт рекомендуется для проведения его в кружке.

**Материал и оборудование:** 1) живой карасик; 2) небольшой аквариум; 3) красная и синяя электрические лампы; 4) пинцет; 5) живые дождевые черви или мотыль, или сырое мясо — корм для карася.

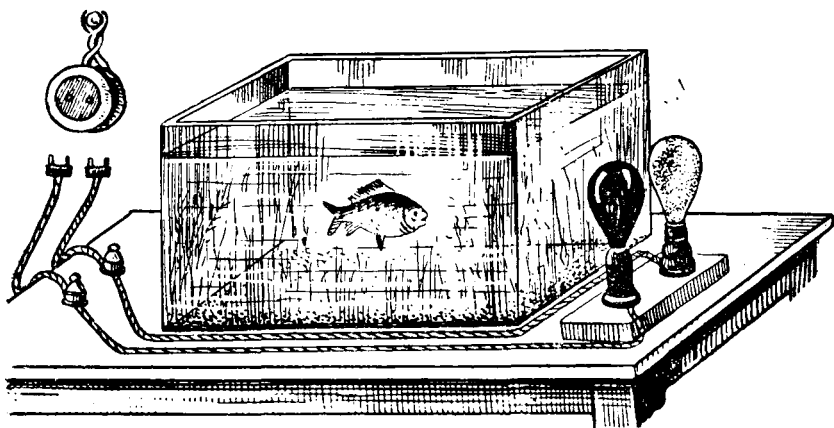


Рис. 49. Установка для получения условного рефлекса у карася.

**Методика и техника.** Подготовка к опыту. Перед началом опыта карась приучается брать корм с пинцета. Кормом служат небольшие кусочки живого дождевого червя, личинки мотыля или кусочки сырого мяса. Кроме как с пинцета, карась не кормится.

1—2 дня до первого сеанса карась не кормится вовсе.

Получение рефлекса на зажигание красной лампочки. Около одной из стенок аквариума зажигается красная лампочка (электрическая лампочка, обернутая в красную бумагу) (см. рис. 49).

Через 6—10 секунд дается корм с пинцета.

Через 6—10 секунд после кормления лампочка тушится. Через 10 минут опыт повторяется. За один сеанс кормление

производится до 5—6 раз. В день можно провести 2—3 сеанса. Без красного света карася кормить не разрешается.

Результаты опыта: через 7—10 дней при зажигании красной лампы карась подплывает к освещенной стороне аквариума, поднимается вверх и производит хватательные движения челюстями.

*Усложнение опыта.* Усложнение опыта заключается в том, что у карася вырабатывается различие световых раздражителей. Когда у карася выработан уже прочный условный рефлекс на красный свет, то после кормления при красном свете зажигается синяя лампочка.

При синем свете карасю показывается пища, но не дается. Во всем остальном техника опыта остается прежней.

В результате многократных повторений этого опыта (через 10—12 дней) удастся наблюдать совершенно различное «поведение» карася при зажигании красной и синей лампочки. Поведение карася при зажигании красной лампочки остается прежним (см. выше), а при зажигании синей лампочки он становится беспокойным, начинает метаться по аквариуму.

*Угасание рефлекса.* Когда у карася выработан прочный условный рефлекс на зажигание красной лампочки, надо перестать давать ему пищу при зажигании лампочки, т. е. прекратить подкрепление условного раздражителя безусловным — пищей. Начать давать корм без зажигания лампочки. Через несколько дней рефлекс на зажигание красной лампочки исчезнет.

**Выводы.** Опыт показывает, что у рыб можно получить условные рефлексy. Для получения условного рефлекса необходимо:

1. Сочетание во времени индифферентного и безусловного раздражителя, причем первый должен предшествовать.

2. Индифферентный раздражитель должен подкрепляться безусловным.

3. Если условный раздражитель долго не подкрепляется безусловным, то рефлекс исчезает.

*Примечание.* Опыт ставится в живом уголке за 15—20 дней до урка на тему: «Условные рефлексy», где он может быть продемонстрирован.

## **Работа 69. Дрессировка крыс, основанная на получении условных рефлексов**

*Цель* — показать, что дрессировка животных представляет собой выработку определенного условного рефлекса.

Работа рекомендуется для кружка юных физиологов.

**Материал и оборудование:** 1) белая крыса; 2) несколько картонных домиков или вагончиков; 3) корм для крыс.

**Методика и техника.** Изготовить 3—4 домика из фанеры или картона. Раскрасить их в разные цвета (белый, красный, синий

и т. д.). Каждый домик должен иметь дверь таких размеров, чтобы крыса могла туда войти. Домики можно заменить небольшими вагончиками. В один из домиков или вагончиков определенного цвета кладется пища для крысы. Опыт ставится с прирученным животным. Принесенная крыса выпускается из клетки на большой стол, где поставлены домики. Крыса бежит по столу, заходит в каждую дверь и, наконец, находит пищу, которую она схватывает и уносит в свою клетку.

Ежедневно опыт продлевается 3 раза: утром, днем и вечером, причем в каждый сеанс крыса пускается по несколько раз. Корм, взятый ею из домика, от нее не отбирается. Но вне этого опыта крыса не кормится, исключая выходные дни. Дней через 20—30 выпущенная на стол крыса сразу бежит в определенный домик или вагон.

Вначале домики следует ставить в одном и том же порядке. Но когда у крысы выработается прочный рефлекс на определенный домик, то можно каждый раз домики переставлять, чтобы узнать — играет ли в выработку данного условного рефлекса только окраска домика или же играет роль и определенное расположение домика. Опыт следует вести всегда в одних и тех же условиях. Первым и необходимым условием является тишина. Недопустимо присутствие в этой же комнате самки, если опыт ведется с самцом и наоборот. Если взять несколько крыс одного пола и у каждой из них выработать рефлекс на определенный домик или вагон, то можно продемонстрировать опыты, сходные с опытами Дурова. Выпущенные одновременно крысы спокойно разойдутся по разным домикам.

Опыт требует от экспериментатора большой настойчивости и терпения.

**Примечание.** Дрессировку крыс следует начать за 30 дней до урока по теме «Условные рефлексы», где этот опыт может быть продемонстрирован, как пример того, что дрессировка животных сводится к выработке у них определенного условного рефлекса. Опыт хорош для кружковой работы.

## **Работа 70. Образование условных рефлексов у мелких животных**

**Цель** — дать понятие об условных рефлексах как методе объективного познания поведения и особенностей нервной системы животных.

Рекомендуется для кружка.

**Материал и оборудование:** 1) белая крыса; 2) ящик для выработки условных рефлексов; 3) корм для крыс.

Описание ящика для выработки условных рефлексов конструкции З. С. Рогинского. Ящик изготавливается из досок и фанеры размером  $80 \times 15 \times 20$  см. На длинных стенках ящика с внутренней стороны делается по три пары прорезей: одна пара прорезей делается посередине, а две по краям, на расстоянии 15 см от коротких сторон ящика. В крайние прорези вставляются стекла, а в среднюю — фанерная доска с двумя отверстиями (рис. 50). Отверстия эти можно сделать любой формы. Величина их должна быть такова, чтобы крыса могла свободно пробегать (рис. 50). Отверстия

можно сделать одинаковой формы и величины, но на разном цветном фоне. В таком случае на каждой половинке картона цветной фон должен быть одинаков с обеих сторон.

Таким образом в ящике по краям образуются две камеры с подъемными стеклами. Во время опыта эти камеры используются поочередно — то в качестве пусковой, то в качестве кормовой камеры.

**Методика и техника.** Условным раздражителем будет служить определенной формы и величины отверстие, вырезанное в средней картонной перегородке, а при одинаковой форме и величине обоих отверстий — цветной фон.

Голодную крысу пускают в камеру за стеклом, а в противоположную камеру кладут корм. Оба стекла одновременно поднимаются, а одно из отверстий в средней перегородке закрывается фанерной доской. Крыса бежит через открытое отверстие в противоположный конец ящика и съедает корм. В этот момент стекла опускаются и через

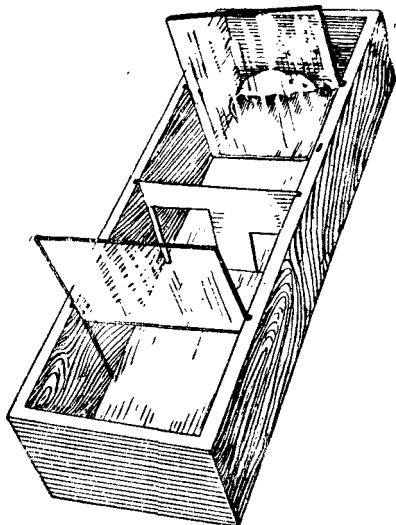


Рис. 50. Ящик для выработки условных рефлексов конструкции З. С. Рогинского. (Ориг.)

2—3 минуты корм закладывается в противоположной камере. Снова поднимаются стекла. Крыса опять через то же отверстие бежит к пище и съедает ее.

После 20—30 сеансов опыта, которые следует проделать в течение 2—3 дней, крыса, будучи посажена в пусковую камеру, начинает толкаться в стекло. Как только стекло поднимают, она стремглав бежит через открытое отверстие к кормовой камере. Во время этих сеансов всегда должно быть открыто одно и то же отверстие.

Когда рефлекс закрепится, то в средней перегородке открывают второе отверстие и при двух открытых отверстиях, поднимая стекло, пускают крысу из пусковой камеры в кормовую. Обычно крысы бегут по старому пути. Если же крыса пробежит через другое отверстие, то такой пробег не подкрепляется пищей.

Через некоторое время у крысы вырабатывается условный рефлекс с дифференцировкой раздражителей.

Для опыта кроме крыс можно использовать морских свинок,

кроликов, птиц, приготовив для них ящики соответствующих размеров.

При постановке опытов с разными животными выясняется, как быстро животные, относящиеся к разным видам, начинают различать раздражители, отличающиеся друг от друга по форме, величине и цвету.

Вывод. Метод условных рефлексов, разработанный И. П. Павловым, является методом объективного познания поведения и физиологических особенностей нервной системы животных.

Опыт показывает, что в коре больших полушарий устанавливается различие сходных друг с другом раздражений: одно из них вызывает условный рефлекс, а другое ведет к торможению соответствующего центра коры и рефлекса не дает. Различение раздражителей дает животному возможность ориентироваться в окружающей обстановке и правильно реагировать на разнообразные раздражители.

### **Работа 71. Вскрытие глаза крупного млекопитающего животного. Опыты с хрусталиком**

*Цель* — дать конкретное представление о строении глаза и о значении хрусталика.

Работа указана в программе как обязательная.

Материал и оборудование: 1) свежий глаз крупного млекопитающего (коровы, лошади, овцы или свиньи); 2) тарелка; 3) инструменты для вскрытия: скальпель, ножницы, препаровальная игла, пинцет; 4) лист белой бумаги; 5) полотенце; 6) блюдечко или чашка с водой.

**Методика и техника.** Положить глаз на тарелку и, рассмотрев его, определить форму глазного яблока. На поверхности глазного яблока найти: место прикрепления мышц, вызывающих движение глаза, зрительный нерв (на задней поверхности); белковую оболочку, покрывающую большую часть глазного яблока, и ее переднюю часть — прозрачную роговицу. Через сутки после хранения роговица на глазном яблоке сильно мутнеет и сморщивается, чем и вызывается требование употреблять для вскрытия свежие глаза. Отметить, что роговица покрывает около  $\frac{1}{6}$  передней поверхности глаза; она выступает из-под белковой оболочки, как часовое стекло. Рассмотреть просвечивающие через роговицу зрачок и радужную оболочку, имеющую у животных темный цвет. При осторожном сжатии глаза отверстие зрачка увеличивается и становится более различимым. Указать учащимся, что между радужной оболочкой и роговицей находится небольшая полость, наполненная бесцветной прозрачной жидкостью; при проколе глаза эта жидкость вытекает. Рассказать учащимся, что в состав радужной оболочки входят гладкие кольцевые и радиальные мышцы, благодаря сокращению которых происходит изменение просвета зрачка. Сокращение этих мышц регулируется симпатической (расширение зрачка) и парасимпатической (сужение зрачка) нервной систе-

мой. Осторожно приподнять пинцетом тонкую, нежную, прозрачную пленку, находящуюся на поверхности белковой оболочки, и указать, что эта оболочка является продолжением той, которая выстилает веки (конъюнктивы). На боковых и задних поверхностях глазного яблока найти жир. Срезать ножницами жир и конъюнктиву, обнажив белковую оболочку.

При удалении жира сохранить толстый, белый зрительный нерв. Отметить, что белковая оболочка придает глазу сферическую форму; она плотная (потрогать ее пинцетом) и толстая. Обратит внимание учащихся на место вхождения в глаз белого зрительного нерва. Входит ли он прямо против зрачка? Место, где нерв входит в глазное яблоко, находится на внутренней или носовой стороне центральной части задней кривизны глаза. Определить, какой глаз (правый или левый) получен для вскрытия.

**Вскрытие глаза.** При вскрытии глаз должен быть разрезан на две равные части — переднюю и заднюю. Глаз берется в левую руку, повертывается к себе боковой стороной и сильно сжимается. Посредине острым скальпелем осторожно делается небольшой прорез белковой оболочки. (При наличии ножниц с тонкими острыми концами белковую оболочку можно проткнуть ножницами). В прорезанное отверстие вставляется ветвь ножниц. Ножницами белковая оболочка разрезается вокруг всего глазного яблока так, чтобы разрез шел как раз посредине глаза и делил его на две равные половины: переднюю и заднюю (см. рис. 51). Когда разрез будет сделан вокруг всего глаза, то, не разнимая половинок глаза, осторожно положить глазное яблоко на тарелку так, чтобы оно лежало на задней своей поверхности, а роговица была бы обращена вверх. Если сделать небольшую щелочку между обеими половинками, то можно увидеть бесцветное, прозрачное, студенистое вещество. Это стекловидное тело. Острым скальпелем следует разрезать стекловидное тело пополам и отделить одну от другой обе половины глаза. Задняя половина остается на своем месте, а переднюю половину следует положить так, чтобы она лежала на роговице.

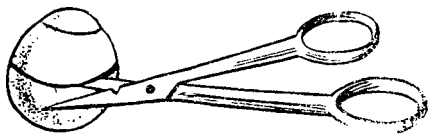


Рис. 51. Вскрытие глаза. (Ориг.)

**Рассмотрение задней половины глазного яблока.** Сначала следует рассмотреть заднюю половину глазного яблока, не вынимая стекловидного тела. Обратит внимание учащихся на то, что глазное яблоко имеет полость, заполненную стекловидным телом, имеющим свою оболочку. Предложить учащимся рассмотреть и описать стекловидное тело.

Не вынимая стекловидного тела, рассмотреть цвет внутрен-



ней поверхности задней стенки глазного яблока. У коровы, как и у многих других млекопитающих, внутренняя поверхность глазного дна местами отлиывает желто-зеленым металлическим блеском. Эта поверхность как рефлектор отражает попадающие в глаза лучи света, чем и объясняется свечение глаз животных в темноте. Глаз человека этой особенностью не обладает. У человека глазное дно имеет темный цвет, так как темная сосудистая оболочка просвечивает сквозь тонкую беловато-розоватую сетчатку. Чтобы ознакомиться с оболочками глаза, необходимо осторожно слить из задней половины глазного яблока стекловидное тело и рассмотреть тонкую беловато-розовую сетчатку, выстилающую внутреннюю поверхность дна глазного яблока.

Учащимся предлагается осторожно ручкой скальпеля отделить сетчатку от дна глаза. Сетчатка, легко отделяющаяся от нижележащей оболочки глаза, оказывается прикрепленной в том месте, где зрительный нерв входит в глаз.

Слепое пятно, т. е. место вхождения зрительного нерва в глаз, хорошо различимо на внутренней поверхности дна глаза. Желтого пятна различить не удастся, но необходимо указать учащимся, что оно находится на сетчатке против зрачка. Указать учащимся значение сетчатки, где залегают разветвления зрительного нерва и его окончания, особенности желтого и слепого пятна, подчеркнуть, что заболевания сетчатки глаза являются самыми опасными (почему?).

После удаления сетчатки рассмотреть сосудистую оболочку. Она черного цвета. Кровеносных сосудов, которых много в этой оболочке, рассмотреть не удастся, так как они скрыты в массе темного вещества, называемого пигментом.

Соскоблив сосудистую оболочку скальпелем, следует рассмотреть самую наружную оболочку глаза — белковую. Предложить учащимся описать толщину, цвет, твердость и определить значение этой оболочки.\*

**Рассмотрение передней половины глаза.** Через прозрачное стекловидное тело, заполняющее переднюю часть полости глазного яблока, рассмотреть хрусталик, отметив его форму и расположение против зрачка. Найти темную ресничную мышцу, окружающую хрусталик. Необходимо предупредить учащихся, что с хрусталиком следует обращаться осторожно, чтобы не повредить оболочку, покрывающую его. Чтобы вынуть хрусталик, следует удалить стекловидное тело из передней половины глаза. Осторожно ручкой скальпеля или пальцами отделить хрусталик от ресничной мышцы. При отделении хрусталика обратить внимание на несколько капель жидкости, выливающейся из передней камеры глаза. Описать форму хрусталика, его цвет, степень прозрачности. Оставить хрусталик в покое до опыта с ним.

Найти по краю радужной оболочки в том месте, к которому был прикреплен своей окружностью хрусталик, мышечное, как

будто гофрированное, кольцо. Это ресничная мышца, от того или иного состояния которой зависит степень выпуклости хрусталика (аккомодация при вскрытии не разбирается).

Осмотреть внутреннюю поверхность передней половины глаза и определить, заходит ли сетчатка на переднюю часть глаза.

Поднять переднюю половину глаза и рассмотреть ее на свет, повернув к себе внутренней поверхностью. Найти зрачок и радужную оболочку. Пропускает ли роговица свет? Что такое зрачок? В какой оболочке глаза находится это отверстие? Что расположено позади зрачка? Какая камера находится между зрачком и роговицей и чем она заполнена? Просунуть палец в отверстие зрачка, попасть им в переднюю камеру глаза и ощупать внутреннюю поверхность роговицы. Рассказать учащимся о заболевании роговицы (белмо — помутнение роговицы) и о блестящей победе советских глазных хирургов (проф. Филатов и его ученики), применяющих при неизлечимых помутнениях роговицы пересадку здоровой роговицы, взятой от трупа.

Объяснить, почему и при каких условиях возможна приживаемость пересаженной роговицы.

**Опыт с хрусталиком.** Для опыта годен только неповрежденный хрусталик, который имеет правильную форму и гладкую поверхность.

Положить хрусталик на печатный текст. Хрусталик, подобно лупе, сильно увеличивает буквы.

Взяв осторожно хрусталик в руку, воткнуть (неглубоко) препаровальную иглу в ребро хрусталика, в результате чего получается как бы увеличительное стекло с ручкой. Встать против окна. Держать хрусталик против окна вертикально, т. е. чтобы он был обращен к окну передней или задней поверхностью. Позади хрусталика (со стороны, противоположной той, которая обращена к окну) следует держать белый экран — лист бумаги. Приблизить бумагу к самому хрусталику, а затем медленно отводить ее от него.

При определенном расстоянии бумаги от хрусталика на ней можно видеть обратное и уменьшенное изображение окна.

На основании этих опытов следует сделать вывод о свойствах хрусталика.

По окончании опыта разрезать хрусталик скальпелем. Определить твердость хрусталика и сравнить с твердостью стекловидного тела. Положить хрусталик и кусок стекловидного тела в воду. Отметить, что стекловидное тело и хрусталик, положенные в воду, видимы с трудом. Выяснить значение прозрачности хрусталика, стекловидного тела, роговицы и жидкости, заполняющей переднюю камеру глаза.

Работу по вскрытию глаза закончить зарисовкою схемы строения глаза в сагитальном разрезе. На рисунке обозначить все изученные части глаза.

**Вывод.** Строение глаза соответствует значению его в жизни организма. На передней поверхности глаза и в середине его находятся бесцветные, прозрачные части, хорошо пропускающие световые лучи до сетчатки, в которой находятся нервные окончания зрительного нерва. В глазу имеется целый ряд приспособлений, обеспечивающих лучшее видение предметов. Глаз при помощи нерва связан с корой больших полушарий и является только периферической частью зрительного анализатора.

**Примечание.** Работа по вскрытию глаза указана в программе как обязательная. Необходимо стремиться к тому, чтобы поставить практическую работу по вскрытию глаза самими учащимися. При отсутствии необходимого для вскрытия количества глаз учитель должен свой рассказ о строении глаза иллюстрировать показом цельного и вскрытого глазного яблока. Натуральные объекты демонстрируются отдельным группам учащихся, для чего учитель обходит класс, дав всем работу по зарисовке схем строения глаза.

Практическая работа учащихся по вскрытию глаза может сопровождаться письменным отчетом о вскрытии, который предлагается выполнить в качестве домашнего задания.

### **Работа 72. Значение зрачка (самонаблюдение)**

**Цель** — показать рефлекторное расширение и сужение зрачка.

Работа рекомендуется как домашнее задание.

**Методика и техника.** Один человек в опыте будет «испытываемым», а другой «исследователем». Испытуемый поворачивается к источнику света (днем — к окну) и смотрит на свет. Исследователь отмечает величину зрачков испытуемого. По сигналу, данному исследователем, испытуемый крепко закрывает глаза веками и сверху прикрывает их еще руками, чтобы возможно лучше защитить их от света. Через две—три минуты по сигналу исследователя испытуемый сразу отнимает руки и широко раскрывает глаза. Исследователь должен быстро осмотреть глаза испытуемого и отметить: 1) Какой величины будет у него зрачок, когда он только откроет глаза, и 2) что будет дальше происходить со зрачком. Испытуемый и исследователь меняются местами и ролями. Опыт повторяется. Учителем дается объяснение рефлекторного расширения и сужения зрачка, регулируемых симпатической (расширение) и парасимпатической (сужение) нервной системой.

**Вывод.** При участии нервной системы, путем рефлекторного сокращения или расслабления гладких мышц радужной оболочки глаза, организм быстро приспосабливается к условиям освещения. При сильном освещении зрачки суживаются; в темноте они расширяются.

### **Работа 73. Отыскание слепого пятна**

**Цель** — доказать опытным путем наличие слепого пятна.

Опыт рекомендуется как самостоятельная домашняя работа учащихся.

**Методика и техника.** Взять рис. 52 в вытянутую руку и поставить прямо перед собой. Закрыв правый глаз, левым рассматривать правое изображение.

Придвигать постепенно изображение, не меняя его положения. На некотором расстоянии левое изображение исчезнет.

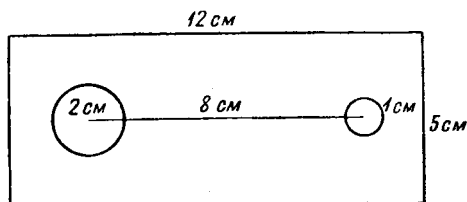


Рис. 52. Отыскание слепого пятна. (Ориг.)

Повторить опыт, закрыв левый глаз и рассматривая правым глазом левое изображение. В этом случае исчезнет правое изображение.

Вывод. Опыт показывает, что слепым пятном, которое не содержит окончаний зрительного нерва, световые раздражения не воспринимаются.

#### Работа 74. Определение густоты осязательных точек кожи

**Цель** — показать, что острота осязания в различных местах тела различна.

**Материал и оборудование:** 1) две булавки; 2) миллиметровая линейка; 3) вата (смоченная спиртом).

**Методика и техника** (работу ведут двое). Тщательно обтереть концы булавок ватой, смоченной спиртом, зажать булавки между указательным и большим пальцами правой руки (рис. 53) так, чтобы между концами булавок было расстояние около 2—3 мм.

Взяв руку товарища (он должен смотреть в сторону), коснуться концами булавок кожи кончика пальца. Если испытуемый будет чувствовать два прикосновения, то слегка сдвинуть концы и опять коснуться пальца; если будет чувствовать одно прикосновение, то раздвинуть слегка концы. Сдвигать и раздвигать до тех пор, пока при очень незначительном изменении расстояния между остриями будет чувствоваться

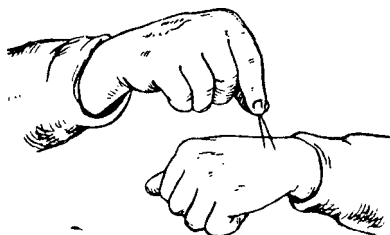


Рис. 53. Определение густоты осязательных точек.

или два или одно прикосновение. Измерить это расстояние между концами булавок миллиметровой линейкой.

Определить таким же путем чувствительность на ладони, на тыльной стороне кисти, на предплечье, плече, на шее, на лбу.

Вывод. Острота осязания в разных местах тела различна (полезно привести таблицу средних данных).

## **ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ**

### **Работа 75. Влияние адреналина и питуитрина на пигментные клетки кожи лягушки**

*Цель* — показать действие адреналина (гормона надпочечника) и питуитрина (одного из гормонов гипофиза) на пигментные клетки кожи лягушки.

Описанный опыт является одним из немногих опытов по гуморальной регуляции, результаты которого обнаруживаются очень быстро, а потому опыт может быть поставлен в кружке юных физиологов; результаты его следует сообщить на уроке.

*Материал и оборудование:* 1) 2 лягушки одинаковой окраски — не очень светлые и не очень темные; 2) препараты адреналина и питуитрина; 3) 2 шприца на 1—2 см<sup>3</sup>, которые в крайнем случае могут быть заменены пипетками с тонкооттянутым концом; 4) 2 стеклянные банки или простоквашницы; 5) 2 стекла или 2 дощечки — крышки к ним; 6) 2 микроскопа; 7) 2 пробковые или картонные пластинки с отверстиями на одном углу; 8) 2 м марлевого бинта; 9) пинцет; 10) булавки.

*Методика и техника.* Перечисленные материалы и оборудование рассчитаны на демонстрационный опыт. Более показательно будет, если взять не одну пару лягушек, а пары 3—4, так как иногда наблюдаются индивидуальные отличия и колебания в реакции организмов на введение гормона. Препараты питуитрина (или питуикрина, как он еще иначе иногда называется) и адреналина можно купить в любой аптеке.

Нужно обязательно иметь 2 шприца (или 2 пипетки с тонкооттянутым концом); один — для адреналина, а другой — для питуитрина. Если же в кабинете имеется только один шприц, то после введения одного препарата он должен быть тщательно промыт, и только тогда его можно употреблять для другого препарата. Даже одна капля препарата, оставшаяся на игле, может испортить весь опыт.

Опыт ставится следующим образом. Одинаковые по окраске лягушки рассаживаются одна в одну банку, другая — в другую. На банках делаются пометки: на юдной — «Адреналин», на другой — «Питуитрин». Надламывается заостренный конец ампулы одного из препаратов и через иглу препарат насасывается в шприц (или пипетку), назначенный для этого препарата. Полезно в футляры шприцев положить бумажки с надписями: «для адреналина», «для питуитрина».

Ассистент берет лягушку двумя руками за голову и за задние лапы и растягивает ее. Преподаватель пинцетом оттягивает кожу на спине лягушки и вкалывает под кожу иглу

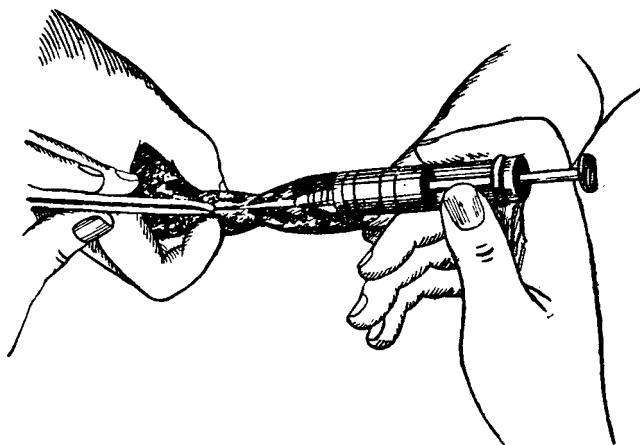


Рис. 54. Введение адреналина или питуитрина под кожу лягушки. Прокалывание кожи иглою шприца.

шприца (рис. 54), затем нажимом на поршень шприца вводит (впрыскивает) препарат в подкожный лимфатический мешок

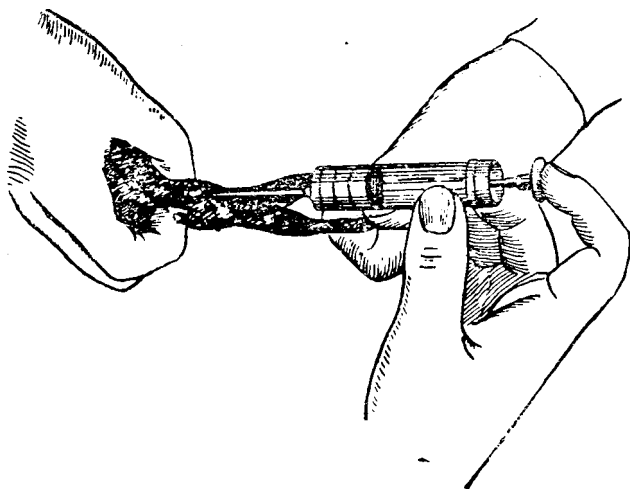


Рис. 55. Введение адреналина или питуитрина под кожу лягушки. Нажим на поршень шприца.

(рис. 55). Лягушка помещается в банку с соответствующей пометкой. Затем точно так же другой лягушке вводится другой препарат. Если вместо шприцев приходится употреблять пипетки,

то на оттянутой пинцетом коже нужно сделать маленький разрез ножницами или скальпелем и в это отверстие ввести конец пипетки и впрыснуть под кожу препарат.

Питуитрина необходимо ввести лягушке  $1 \text{ см}^3$ , а адреналина — от  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{1}{2} \text{ см}^3$ . Через 15—20 минут, иногда раньше, иногда с некоторым опозданием, будет заметно изменение окраски лягушек.

Адреналинизированная лягушка станет светлой, а от питуитрина лягушка потемнеет.

Чтобы выяснить, чем объясняется это изменение окраски, нужно рассмотреть кожу подопытных лягушек под микроскопом. Каждая лягушка забинтовывается марлевым бинтом для того, чтобы она не могла двигаться, но одна задняя лапка остается свободной. Лягушки укрепляются булавками за марлю на пробковых пластинках, а перепонка свободной лапки растягивается над отверстием в пластинке, как это делается в опыте для демонстрации движения крови в кровеносных сосудах. Пластинки укрепляются на столиках микроскопов. Микроскопы поставить рядом, чтобы можно было сравнивать видимые там картины. В коже лягушки под микроскопом возможно увидеть пигментные клетки (меланофоры). Эти меланофоры у лягушки, которой был введен питуитрин, имеют большое количество отростков, переплетающихся между собой. Густая сеть ветвящихся отростков пигментных клеток и придает коже темную окраску.

У адреналинизированной же лягушки пигментные клетки сожмутся в комочек, отростки втянутся, и никаких разветвлений не будет видно. Вследствие этого между клетками образуются большие пространства, свободные от пигмента, что и вызывает посветление кожи (рис. 56).

Следует иметь в виду, что у лягушек иногда после введения препаратов может наступить шок, и лягушка лежит некоторое время без движения. Этим смущаться не нужно.



Рис. 56. Изменение пигментных клеток под влиянием инъекции питуитрина (1) и адреналина (2)

Выводы. Появление в крови лягушки избытка того или иного гормона изменяет внешний вид и функцию отдельных клеток. Здесь, следовательно, мы имеем пример гуморальной регуляции.

## **Работа 76. Влияние адреналина и питуитрина на пигментные клетки кожи колюшки**

*(По Гербилюскому)*

*Цель* — та же, что и в предыдущей работе.

Рекомендуется для кружковой работы.

Материал и оборудование: 1) 2—4 колюшки; 2) препараты адреналина и 3) питуитрина; 4) шприцы на 1—2 см<sup>3</sup>; 5) 2 простоквашницы с водой; 6) 2 микроскопа; 7) 2 предметных стекла; 8) кусочек марли или ваты.

**Методика и техника.** Настоящий опыт является вариантом предыдущего опыта. Рыбки помещаются в банки с водой и так же, как и в предыдущем опыте, одной рыбе вводится адреналин, другой — питуитрин. Дозы препаратов уменьшить вдвое. Препараты вводятся уколом иглы под кожу на спинке рыбки. Рыбку нужно держать в левой руке в марле или ватке, смоченной водой, а правой рукой производить инъекцию. Изменение окраски наступает очень быстро. Рыбки удобны в том отношении, что их не нужно забинтовывать и укреплять на пробковой пластинке, а просто отрезать ножницами какой-нибудь плавник (боковой или хвостовой), поместить его на предметное стекло и рассматривать под микроскопом. Можно даже положить уснувшую рыбку целиком на предметное стекло и рассматривать ее хвостовой плавник. Изменение вида и формы пигментных клеток такие же, как и у лягушки (см. микрофото, рис. 56).

## **Работа 77. Влияние окраски грунта на окраску тела аксолотлей и лягушек**

*Цель* — показать: 1) влияние окраски грунта на окраску тела аксолотлей и лягушек; 2) изменение деятельности желез внутренней секреции под влиянием нервной системы.

Рекомендуется для кружка юных физиологов (опыт длительный).

Материал и оборудование: 1) молодые аксолотли (трехмесячные), головастики лягушки и взрослые лягушки; 2) аквариумные банки или кристаллизаторы различной емкости (несколько штук); 3) маленький сачок. (Об аксолотле см. справочный отдел).

**Методика и техника.** Взять молодых аксолотлей (двух-трехмесячного возраста) или головастиков лягушки, поместить их в стеклянные кристаллизаторы или аквариумные банки (количество штук может быть разнообразное, в зависимости от нали-



чия объектов). На дно этих банок песок не кладется. Посуду с аксолотлями или головастиками поставить на стол или на полочку. Под дно одного кристаллизатора положить черную бумагу, под дно другого — белую бумагу или тряпочку. Отметить в дневнике день постановки опыта, записать окраску тела животных в одной и в другой банках. Наблюдения вести ежедневно и следить за изменением окраски. Кормятся животные нормально. Молодые аксолотли очень хорошо и быстро реагируют на изменения окраски грунта.

Если аксолотли находятся в сосуде с черным дном, окраска их тела становится темной, почти черной. В другом же сосуде (с белым дном) она светложелтая с бледносерыми пятнами на хвосте и туловище. Изменение окраски становится заметным через 5 дней (если держать аксолотлей при более высокой температуре, чем комнатная, то срок уменьшается).

Для проверки сосуда можно поменять местами и наблюдать за тем, как светлые аксолотли начинают темнеть.

Для наблюдения изменения окраски у бурых лягушек их следует поместить в террариум со светложелтым (влажным) песком. Изменение окраски кожи лягушки происходит очень быстро (через два-три дня).

Вывод. Окраска тела земноводных изменяется под влиянием тех условий, в которых они живут.

Световые лучи являются раздражителем по отношению к нервной системе, под влиянием которой изменяется деятельность гипофиза.

## **Работа 78. Влияние гормона щитовидной железы на метаморфоз головастиков лягушки**

*Цель* — показать ускорение метаморфоза головастиков лягушки действием щитовидной железы.

*Материал и оборудование:* 1) стеклянные банки; 2) головастики; 3) сушеная или свежая щитовидная железа или таблетки продажного тиреоидина (тироксина).

*Методика и техника.* Достают и готовят щитовидную железу. Головастиков лучше вывести в лаборатории из одного комка икры, чтобы они были все одинакового возраста. Способы выведения головастиков в лаборатории описаны в раб. 85. Ставить опыт можно только с теми головастиками, у которых уже наметились и начали развиваться задние конечности. Головастиков делят на две партии и рассаживают в приготовленные банки с водой. Одна партия головастиков будет подопытной, другая — контрольной. Банки этикетированы: «Опыт», «Контроль». И та и другая партии должны получать одинаковый корм.

Мелко нарезанная свежая или растолченная в ступке сушеная железа высыпается в воду подопытным головастикам. За

один прием нужно давать сушеной железы не более 1 г на 1—2 л воды. Через сутки головастика перенести в свежую воду, а еще через сутки дать снова порцию щитовидной железы и производить такую подкормку 3—4 раза. Иногда опыт удастся и при однократной подкормке железой. Через 10—20 дней можно обнаружить у подопытных головастиков ускорение метаморфоза, причем рост их задерживается; лягушата будут маленькими и уродливыми и обычно погибают, тогда как в контрольной партии головастики продолжают нормально расти и нормально развиваться.

**Выводы.** Избыток гормона щитовидной железы в пище усиливает обмен веществ и вызывает ускорение метаморфоза.

**Примечание.** Получить головастиков в природе ко времени изучения темы в классе не удастся, поэтому для опыта необходимо вывести головастиков из икры школьной лаборатории одним из трех способов, описанных в работе 85. Опыт хорош для кружковой работы. Результаты опыта должны быть продемонстрированы в классе.

### **Работа 79. Превращение аксолотля в амблистому действием тиреоидина**

**Цель** — выяснить значение гормона щитовидной железы для метаморфоза амфибий.

Опыт длительный, рекомендуется для кружковой работы.

**Материал и оборудование:** 1) аксолотли; 2) таблетки тиреоидина, купленные в аптеке;<sup>1</sup> 3) аквариумные банки; 4) линзет; 5) промытый песок; 6) стеклянные пластинки для прикрывания банок; 7) корм для аксолотлей — личинки мотыля, дождевые черви, кусочки мяса. Об аксолотлях см. справочный отдел.

**Методика и техника.** Аксолотль, часто содержащийся в жилых уголках в школах, представляет собой личиночную форму мексиканского земноводного амблистомы (рис. 57 и 58). При содержании в лабораторных условиях он очень редко превращается во взрослую форму и размножается в личиночном состоянии (явление неотении). Отсутствие метаморфоза связано с недоразвитием у аксолотля щитовидной железы, гормон которой имеет большое значение для метаморфоза амфибий. Поэтому экспериментально вызвать метаморфоз аксолотля возможно, скармливая ему либо кусочки щитовидной железы, либо препараты, содержащие гормон щитовидной железы (тироксин). Последнее технически удобнее.

Сама техника эксперимента следующая.

Крупному аксолотлю скармливать тиреоидин. Приготовить из сырого мяса небольшие тонкие пластинки величиною в двадцатикопеечную монету. В эту пластинку тщательно завернуть 0,02 г тиреоидина (примерно одна треть облатки). 2—3 таких

<sup>1</sup> Облатки тиреоидина получают при высушивании щитовидной железы и содержат гормон ее — тироксин.

пилюли давать ежедневно с пинцета. Перед началом опыта лучше заставить аксолотля голодать в течение 3—4 дней, а затем кормить исключительно мясом с тиреоидином.

Очень часто после некоторого времени кормления тиреоидином аксолотли «теряют аппетит»; при этом следует прибегнуть к искусственному кормлению, которое производить следующим образом. Осторожно взять в руку аксолотля, обернув его тряпкой, приоткрыть ему рот при помощи стеклянной палочки с оплавленным концом, протолкнуть кусочек тиреоидина в пищевод.

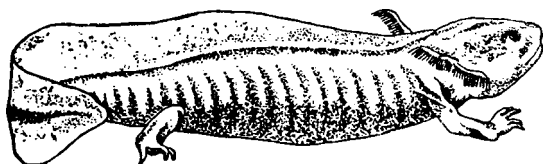


Рис. 57. Асхолотль.

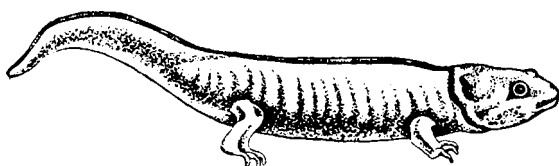


Рис. 58. Амблистома.

Для окончательного превращения аксолотля в амблистому достаточно бывает скормить 5—6 облаток тиреоидина. При комнатной температуре метаморфоз завершается через 1½—2 месяца после начала опыта. Если тиреоидин давать реже, то быстрота метаморфоза уменьшается и затягивается до 3—4 месяцев.

Не следует давать тиреоидина слишком много, так как это может вызвать гибель животного. В первое время после завершения метаморфоза амблистома иногда не принимает пищи. В таком случае нужно прибегнуть к искусственному кормлению, проталкивая осторожно в пищевод амблистомы небольшие кусочки мяса или дождевых червей.

В аквариум, в котором происходит метаморфоз аксолотля, следует положить песок и камешки. Необходимо с одного края аквариума насыпать песка в большом количестве с тем, чтобы амблистома имела возможность выходить из воды. Взрослую амблистому лучше всего содержать во влажном террариуме со мхом и другими растениями; в террариум поставить сосуд с водой. В процессе метаморфоза обратить внимание на изменение следующих признаков аксолотля: 1) редукцию наружных

жабер, 2) редукцию хвостового плавника, 3) изменение формы хвоста, 4) изменение пигментации.

Желательно при помощи миллиметровой бумаги или линейки измерять длину и высоту хвоста, выразив в цифрах те изменения, которые будут иметь место.

### *Второй вариант*

Добиться превращения аксолотля в амблистому можно и другим путем, не скармливая тиреоидина, а добавляя его в воду, в которой живут аксолотли.

Растереть в виде порошка облатку тиреоидина и размешать его в воде аквариума с аксолотлями (следует брать 1—1½ л воды). Воду с тиреоидином менять не реже чем через день, в противном случае вода может загнить.

При комнатной температуре таким путем метаморфоз завершается в 2—3 месяца.

Условия содержания аксолотлей — те же, что при 1-м варианте. Как при 1-м, так и при 2-м из указанных выше вариантов опыта можно добиться ускорения метаморфоза, понижая уровень воды в аквариуме. Параллельно с воздействием тиреоидина постепенно уменьшать количество воды таким образом, чтобы к концу опыта вода не вполне покрывала тело животного (приблизительно на 1½—2 см от дна аквариума).

Вывод. Для завершения метаморфоза аксолотля необходим гормон щитовидной железы — тироксин. Это указывает на большое значение гормонов в развитии организмов.

Примечание. Опыт по превращению аксолотля в амблистому представляет прекрасный материал для работы юннатского кружка. Необходимо, чтобы при этом учащиеся вели подробный протокол опыта. Результаты опыта следует в форме доклада поставить на кружке юннатов или продемонстрировать в классе.

## **Работа 80. Вызывание искусственной линьки у кур действием тиреоидина (гормона щитовидной железы)**

*Цель* — показать действие гормона щитовидной железы на оперение. Опыт — длительный, проводится в кружке, результаты демонстрируются на уроке.

Материал и оборудование: 1) курица; 2) клетка для нее; 3) сушеная или свежая щитовидная железа, которая может быть заменена продажным тиреоидином или тироксином.

**Методика и техника.** Железу нужно достать с бойни. Лучше запастись ее заблаговременно, нарезать маленькими кусочками, разложить на стекле и высушить в термостате, в духовке или в русской печи при температуре 40—50° С. Кусочки железы дают склевать курице. Если курица не клюет сама, то железу вводят ей в глотку. Делается это таким образом. Ассистент держит курицу в руках, а преподаватель вытягивает ей голову

кверху, раскрывает клюв и вводит пинцетом кусочки железы прямо в глотку. Вся порция железы скармливается за один прием. Доза определяется, исходя из живого веса птицы. Минимальной дозой является 2 г сушеной железы на килограмм

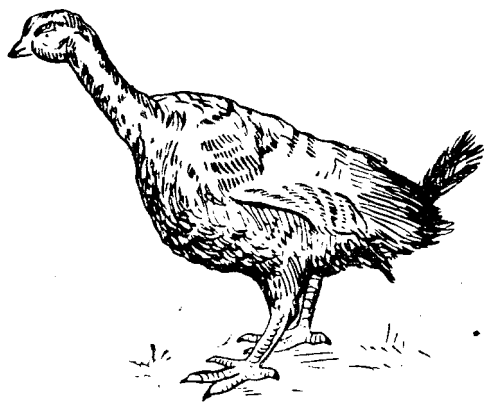


Рис. 59. Курица после линьки.

живого веса. Дозу можно увеличить в  $1\frac{1}{2}$ —2 раза, тогда эффект будет надежнее. Курица среднего веса, 2—3 кг, получает 8—10 г сушеной железы. Свежей железы нужно скормить 30—40 г. Через 7 дней курица начнет линять, перо легко выдергивается рукой, а дней через 10—12 все перья выпадут, и курица станет почти голой. На 20-й день после кормления перья будут снова отрастать, причем, если перья у курицы до опыта были черные или цветные, то новые

перья будут уже белыми или слабо пигментированными (рис. 59).

**Выводы.** Избыток гормона щитовидной железы вызывает усиленный обмен веществ в организме, что влечет за собой смену оперения.

**Примечание.** Опыт почти всегда удается и является чрезвычайно демонстративным. Вместо курицы можно взять и другую домашнюю птицу (утку, гуся), увеличив соответственно дозу железы.

При кормлении продажным тиреоидином курице скармливается за один прием 12—15 г препарата. Каждая таблетка заделывается в хлебный шарик. Хлебные шарики с таблетками вводятся пинцетом прямо в глотку.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗМА

### Работа 81. Рассматривание под микроскопом сперматозоидов лягушки

**Цель** — рассматривание живых сперматозоидов, находящихся в движении.

**Материал и оборудование:** 1) живая лягушка — самец; 2) микроскоп; 3) препаровальные инструменты; 4) покровное и предметное стекла; 5) ванночка для вскрытия или доска; 6) часовое стекло; 7) пипетка; 8) вода.

**Методика и техника.** У лягушки-самца препаровальной иглой разрушается спинной и головной мозг. Лягушка прикрепляется

булавками ко дну препаровальной ванночки или к доске брюшной стороной кверху. Производится вскрытие, находятся бобовидные семенники, которые удаляются и кладутся на часовое стекло. При помощи острого ланцета семенники мелко измельчаются. К полученной массе прибавляется небольшое количество чистой воды. Капля мутной жидкости рассматривается под микроскопом при малом и при большом увеличении. Видны бесцветные, находящиеся в движении сперматозоиды.

Вывод. Мужская половая клетка имеет целый ряд особенностей по сравнению с другими клетками тела. Сперматозоиды очень малы, имеют подвижной протоплазматический хвостик, обеспечивающий им быстрое передвижение в жидкости.

Особенности строения мужских половых клеток находятся в связи с их функцией при половом процессе.

**Примечание.** Демонстрация сперматозоида может быть произведена на уроке. Самостоятельная работа учащихся рекомендуется для кружка.

## **Работа 82. Рассматривание под микроскопом яйцевой клетки лягушки**

**Цель** — рассматривание живой яйцевой клетки лягушки, взятой из яичника.

Демонстрация под микроскопом яйцевой клетки того животного, сперматозоиды которого рассматриваются под микроскопом, желательна одновременно с демонстрацией мужских половых клеток. При таком использовании препарата имеется возможность сравнить мужскую и женскую половые клетки.

**Материал и оборудование:** См. работу № 81 кроме лягушки-самца, вместо которого берется лягушка-самка.

**Методика и техника.** Техника приготовления препарата различна в зависимости от возраста лягушки. Она значительно проще, если будет взята неполовозрелая лягушка, в яичнике которой находятся мелкие, непигментированные яйцевые клетки. У лягушки иглой разрушают головной или спинной мозг (можно взять и усыпленную лягушку). Лягушку вскрывают, находят яичники. У неполовозрелой самки яичники небольшие, серого цвета. Пинцетом вырывается кусочек яичника, который кладется в воду на часовое стекло, где промывается. После промывки кусочек яичника кладется в каплю воды на предметное стекло. При помощи препаровальных игл яйцевые клетки отделяются друг от друга. Препарат рассматривается в капле воды при малом увеличении без покровного стекла, которое может раздавить крупные шарообразные клетки.

Если самка половозрелая, то также нужно вырвать пинцетом кусочек яичника, промыть его в воде (на часовом стекле) и положить в каплю воды на предметное стекло. При помощи препаровальных игл нужно так раздвинуть крупные, овально

пигментированные (черные) яйцевые клетки, чтобы были видны находящиеся между ними светлые, едва заметные незрелые яйцеклетки. При помощи пипетки нужно смыть муть, получающуюся при этой операции. Рассматривать препарат при малом увеличении без покровного стекла.

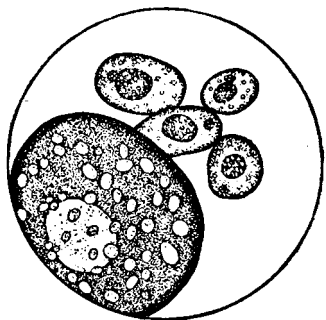


Рис. 60. Яйцевые клетки лягушки.

Между пигментированными зрелыми яйцевыми клетками следует найти и рассмотреть светлые, слегка желтоватые незрелые яйцевые клетки. Хорошо заметно крупное и светлое ядро, протоплазма с включением желтка, который не следует принимать за ядро, и оболочка. Препарат хорош тем, что все части клетки хорошо различимы при малом увеличении (рис. 60).

Выводы. Яйцеклетка отличается по своему строению и размерам от сперматозоида. Она крупная, округлой и постоянной формы. В яйцеклетке находится большое количество запасных органических веществ, обеспечивающих питанием развивающийся зародыш.

Особенности строения яйцеклетки находятся в зависимости от ее функции.

### Работа 83. Влияние количества пищи на рост и развитие рыб

*Цель* — показать, что пища является одним из главнейших факторов, влияющих на рост и развитие животных организмов. Опыт рекомендуется для кружка, а с результатами его следует познакомить на уроке.

**Материал и оборудование:** 1) мальки живородок, золотых рыбок, макроподов и других рыб; 2) аквариумы, заселенные водными растениями; 3) корм для рыб (о живородках и макроподах см. справочный отдел).

**Методика и техника.** Взяв из одного помета несколько штук мальков (лучше побольше, чтобы гарантировать себя от неудачи опыта вследствие гибели мальков), отсадить их в отдельную банку и кормить значительно меньше, чем контрольных. Рассчитать сколько давать корма не так легко, тем более, что рыбки подкармливаются и за счет инфузорий и растений аквариума (для опытных рыбок аквариум следует приготовить заново). Опытным рыбкам корм следует давать два в три-четыре меньше, чем контрольным. Через один-два месяца разница в росте и развитии контрольных и опытных рыбок будет весьма резкой.

Приводим данные одного опыта с рыбкой-живородкой (пятнистый гиардинус): опытные экземпляры через 8 месяцев имели в длину не более одного сантиметра и ни разу не раз-

множились; контрольные экземпляры (самки) имели в длину до 5,5 см и уже дважды принесли потомство.

**Вывод.** Пища является одним из основных факторов, влияющих на рост и развитие животных, так как состав пищи определяет характер обмена веществ.

**Примечание.** Для показа влияния количества пищи на рост можно использовать карасей и карпов, которые растут очень быстро, но для демонстрации влияния условий питания на размножение рыб рекомендуется брать быстро развивающихся рыб (живородок, макроподов и др.).

## **Работа 84. Влияние температуры на рост и развитие рыб**

**Цель** — показать влияние условий жизни на рост и развитие рыб. Опыт может быть поставлен как в кружке юных зоологов, так и в кружке юных физиологов.

**Материал и оборудование:** 1) мальки живородок, макроподов и других экзотических рыб; 2) аквариумы, засаженные водными растениями; 3) корм для рыб; 4) электрическая лампа со шнуром; 5) водный термометр.

**Методика и техника.** Несколько мальков (опыт) отсаживаются в отдельный аквариум, в котором вода должна иметь от 12 до 15° С. Такая температура воды получается путем содержания аквариума в комнате, где поддерживается данная температура.

Контрольные мальки помещаются в аквариуме, где поддерживается температура от 17 до 20° С. Такую температуру воды можно получить путем согревания ее электрической лампочкой, опущенной в воду. В зависимости от размеров аквариума и температуры комнаты следует заранее подобрать такую электрическую лампочку, которая могла бы всегда поддерживать необходимую температуру в аквариуме. В случае перегрева воды лампочку следует своевременно вынимать из воды, не допуская, однако, снижения температуры ниже той, которая указана для контрольных рыбок. Кормятся опытные и контрольные рыбки одинаково.

Влияние температуры на рост мальков сказывается очень быстро (через 3—4 недели). У живородок можно наблюдать и влияние температуры на размножение. В аквариуме, где вода не достигает 17—18° С, помета, обычно, не бывает. Если же беременных самок пересадить в теплую воду, то они через одни-два суток приносят потомство.

**Вывод.** Экзотические формы рыб требуют для своего роста и развития определенных температурных условий, что является результатом их длительного исторического развития в условиях теплых вод. Изменение условий в сторону понижения температуры сейчас же сказывается на росте и размножении рыб — рост замедляется, размножения не происходит.



## Работа 85. Влияние температурного фактора на развитие лягушки

*Цель* — выяснить влияние температуры на развитие лягушки. Опыт рекомендуется для кружка, а результаты опыта следует доложить на уроке всему классу.

**Материал и оборудование:** 1) оплодотворенная икра лягушки; 2) четыре-шесть невысоких стеклянных банок (лучше брать кристаллизаторы высотой 9 см, диаметром 20 см); 3) фотокамера или люминостат; 4) термометр; 5) большая пипетка с резиновым шариком на конце или длинная стеклянная трубка с оплавленными концами; 6) водный вачок для аквариума.

Способы получения оплодотворенной икры лягушки: 1) оплодотворенную икру лягушки можно взять весной, в период размножения лягушки, из мелкого водоема. Неудобством этого способа является поздний срок ее получения, в результате чего постановка опыта падает на период подготовки школы к весенним испытаниям;

2) оплодотворенную икру можно взять из лохани, в которой содержатся взрослые лягушки (самки и самцы), заготавливаемые с осени в большом количестве для учебных целей. В таких условиях спаривание лягушек и откладка икры происходит значительно раньше, чем оно имеет место в природе (начало апреля).

3) Оплодотворенную икру лягушки можно получить (в марте, в начале апреля) путем искусственного оплодотворения следующим образом: у самца и у самки лягушки препаровальной иглой разрушается головной и спинной мозг. Лягушки вскрываются. Из яичников лягушки часть зрелых яйцевых клеток (черных) кладется в плоский сосуд (чашка Петри, блюдечко). У самца вырезаются семенники, которые кладутся на часовое стекло (на блюдце) и разрушаются при помощи скальпеля. В часовое стекло с семенной жидкостью наливается вода. Вода, смешанная с семенной жидкостью, приливается в сосуд, где находятся яйцевые клетки. Икру с семенной жидкостью следует тщательно перемешать бородкой птичьего пера. Затем в сосуд прибавляется вода в таком количестве, чтобы она покрывала икру. Залитый водой сосуд оставляют спокойно стоять в течение 15—20 минут, а затем икру подвергают тщательной промывке до тех пор, пока вода над икрой не сделается совершенно прозрачной, без следов мути.

Для того чтобы проверить, оплодотворена ли икра, следует взять одну-две икринки на часовое или предметное стекло и посмотреть в лупу или в микроскоп. Если началось деление яйцеклетки, то значит она оплодотворена. При благоприятных температурных условиях (16°С) первая борозда дробления появляется через час; вторая и третья (поперечная) — через 3 часа; бластула сформировывается через 20—24 часа, гаструляция заканчивается через 2—3 дня.

**Методика и техника.** Взятая для опыта оплодотворенная икра делится на две порции. Большие порции икры брать не следует (около 50 икринок в каждой порции). Слой воды в банке должен быть толщиной в 5—6 см. До вылупления головастики вода в банке с икрой не меняется.

В банки, куда помещается икра, необходимо положить зеленые водные растения (элодею, роголистник или др.).

Вода для опыта берется из реки или из пруда. Из колодца брать воду не рекомендуется. Если вода берется из водопровода, то она должна предварительно постоять открытой в течение 1—2 дней, чтобы удалился хлор.

Одна банка с икрой держится в течение 12—15 часов в сутки при температуре 21° С (опыт). С этой целью банка ставится в термолюминостат или в световую камеру (см. стр. 172). Другая банка с икрой лягушки ставится на окно между рамами, где в течение апреля—мая температура днем держится от 10 до 16° С, а ночью спускается ниже (контроль).

Обе банки покрываются стеклом так, чтобы с краю оставалась щель для вентиляции.

Обе банки ежедневно просматриваются и очищаются от погибших икринок. Погибшие икринки молочно-белого цвета.

Вылупившихся головастиков следует отсаживать в отдельные два сосуда, находящиеся в различных температурных условиях; в сосуды с головастиками следует положить элодею или другое зеленое растение.

Вылупившиеся из икры головастики питаются водными растениями, и через 3,5 недели их следует кормить мелкими мясными крошками (сушеное мясо растирается в порошок), живыми циклопами и мелкими дафниями. Погибших головастиков необходимо немедленно удалять из банки.

Корм головастикам следует давать не менее 3 раз в день. Необходимо следить, чтобы у них всегда был корм.

Слой воды в сосуде с головастиками должен иметь высоту 5—6 см. Когда из икры выйдут головастики, то при помощи большой пипетки из сосуда удаляется часть воды. На место удаленной воды осторожно добавляется свежая вода такой же температуры, как и удаленная. Дней через 10 после начала опыта следует произвести смену воды, которая должна иметь температуру банки, в которой находятся головастики.

Когда вода будет иметь необходимую температуру, то головастики осторожно пересаживаются маленьким сачком в эту банку.

При смене воды ни в коем случае нельзя переливать воду с головастиками через край банки или брать головастиков руками.

За головастиками в контрольной и опытной банке ведется тщательное наблюдение. В дневнике отмечается дата постановки опыта, вытягивания зародыша внутри икринки, шевеление

зародыша внутри икринки, вылупление головастиков, появление наружных жабер, редуцирование наружных жабер, появление задних и передних конечностей и исчезновение хвоста.

У головастиков, развивающихся в различных температурных условиях, наблюдается весьма резкая разница в развитии.

В опыте автора у головастиков, развитие которых проходило в светокамере при температуре 21° С, задние конечности появились на 35-й день. Метаморфоз этих головастиков закончился через 2 месяца (начало опыта 3/IV; конец, т. е. выход головастиков на сушу — 3/VI).

У головастиков, развитие которых происходило при температуре от 10 до 16° С, задние конечности появились только на 87-й день (29/VI).

**Вывод.** Опыт показывает влияние температурных условий на развитие лягушки. При температуре 21° С развитие лягушки происходит значительно быстрее, чем при более низкой температуре. Следовательно, температура является одним из важнейших факторов, влияющих на развитие животных. Изменение этого фактора в комплексе условий, необходимых для развития лягушки, приводит к изменению сроков развития.

**Примечание.** Опыт может быть поставлен в кружке юных физиологов. Он дает учащимся возможность пронаблюдать весь цикл развития лягушки, начиная с дробления оплодотворенной яйцевой клетки, и выяснить влияние температурного фактора на развитие зародыша.

Опыт по данной тематике может быть поставлен и с использованием оплодотворенной икры аксолотлей.

## **Работа 86. Изменение окраски у карасей под влиянием светофильтров**

**Цель** — показать влияние условий жизни на организм.

Опыт рекомендуется для кружка юных физиологов.

**Материал и оборудование:** 1) 5 карасей величиной в 6—8 см; 2) 5 литровых стеклянных банок; 3) цветная папиросная бумага (или цветная краска для стекла); 4) корм для рыб (дождевой червь, мотыль, сухая дафния); 5) стеклянные пластинки для накрывания банок; 6) резиновый баллон для продувания воды; 7) глубокая фарфоровая тарелка.

**Методика и техника.** Четыре литровых банки оклеить снаружи цветной бумагой (красной, зеленой, желтой, синей). Четыре стеклянных пластинки оклеить цветной бумагой (верхнюю сторону). Заполнить банки водою и поставить на окно. Одну банку, в которой будет контрольная рыбка, не оклеивать; наполнив ее водою, поставить на окно рядом с цветными банками. Банки покрыть стеклянными пластинками. Через сутки опустить в банки рыбок, примерно одинаковых по размеру.

**Уход за рыбками.** Кормление производить один раз в сутки кусочками дождевого червя или мотыля. Если этого корма нет, то можно кормить сухой дафнией, которую следует в сентябре

наловить сачком в прудах и высушить следующим образом. разложить массу дафний на листы газетной бумаги и высушить на солнце. Высушенную дафнию поместить в стеклянные банки, закрыть пробкой и хранить в сухом месте.

Если нет мотыля и дафнии, можно кормить рыбок манной крупой. При кормлении манной крупой нужно ежедневно в аквариумных банках менять воду.

Продувание воды или смену воды производить не реже 1 раза в 3 дня. Воду нельзя лить сразу из водопровода, вода должна стоять в стеклянной банке не менее 5—6 часов для удаления хлора, а если она взята из пруда, то для отстаивания мути и грязи. Через 20 дней можно обнаружить начало изменения окраски у опытных рыбок. Полное изменение окраски происходит через 2—3 месяца. Измененные рыбки ярко окрашены под цвет светофильтров, которыми покрыты банки.

**Примерная запись наблюдений и зарисовка в дневник изменения окраски карасей**

	1/X, 20/X, 30/X, 10/XI	20/X, 30/X, 10/XI	20/X, 30/X, 10/XI
	жаберные крышки	плавники	чешуя
Контроль			
Красная			
Зеленая			
Синяя			
Желтая			

Осмотр рыбок и их сравнение лучше производить в глубокой фарфоровой тарелке, на дно которой налито немного воды.

Вывод. Организм изменяется под влиянием условий жизни. Изменение даже одного фактора (например, света) в комплексе условий ведет к изменению живого организма.

## СПРАВОЧНЫЙ ОТДЕЛ

### Лабораторные животные

Для проведения опытов по физиологии животных, описанных в данной книге, необходимы следующие животные: раки, рыбы, лягушки, аксолотли, птицы (голуби, куры), белые мыши или белые крысы, морские свинки и кролики.

**Речные раки.** Речные раки могут быть использованы для опыта по влиянию светофильтров на окраску тела животных. При содержании раков в аквариуме необходима проточная вода или частая смена воды (не менее двух раз в день). Высота воды в аквариуме не должна быть выше 30—35 см. Грунт аквариума — речной песок, засаженный растениями. На дно следует поставить опрокинутый небольшой цветочный горшок с отбитым краем, который будет служить раку пещеркой, куда рак прячется днем. Пещеркой может служить и пол-литровая банка, положенная на песок на одну из боковых сторон. Температура воды 20—24° С. Освещение должно быть не очень сильное, верхнее. Корм — сырое мясо или дождевые черви (опыт Л. Л. Поташниковой).

**Рыбы. Карась.** В курсе физиологии и зоологии может быть использован для опытов по регенерации плавников, по влиянию условий питания на рост, по влиянию светофильтров на окраску, для наблюдения движения крови в плавниках. Водится в речках, прудах и болотах по всему СССР. Для содержания в аквариуме пригодны только мелкие караси. Грунт аквариума должен быть илистый, засаженный растениями: элодеей, перистолистником и валлиснерией. Температура воды 12—17° С; корм — живая или сушеная дафния, мотыль, белый хлеб, кусочки дождевого червя, сырое скобленное мясо. Размножение карасей в аквариуме считается редким явлением.

**Карп.** Карп быстро растет, а поэтому является удобным объектом для опытов по влиянию условий питания на рост и на скорость регенерации плавников. Родина — **Малая Азия**. В середине века карп был завезен в Европу. В СССР является постоянным обитателем почти всех наших рек и прудов, за исключением северных полярных рек. Тело покрыто крупной темно-золотистой чешуей, более темной на спине и светлеющей на брюшке. В аквариуме карп живет очень хорошо, требуя, однако, чтобы дно было илистое, засаженное водными растениями; температура воды 14—25° С; корм, как и для карася.

**Живородки.** Живородящие рыбки являются весьма удобным объектом для опытов по влиянию температуры и питания на рост и размножение (раб. 83, 84). У нас в СССР этих маленьких красивых рыбок можно достать в зоомагазинах зоологических садов (Москва, Ленинград и др. города) или у любителей. Экзотические живородящие рыбки относятся к семейству зубастых живородящих карпов. Родина — тропическая **Африка**. Самцы резко отличаются от самок. Они всегда меньше самок: длина самца 2—3 см, длина самки 4—6 см. Самцы ярче окрашены. У самцов заднепроходный плавник образует трубочку и является копуляционным органом, посредством которого семенная жидкость со сперматозоидами вводится в половые органы самки. После оплодотворения самка несколько раз мечет живых мальков.

**Содержание.** Живородящих рыбок можно держать в небольших аквариумах: на одну пару рыбок воды должно быть не менее 6 литров. Температура воды 20—25° С. Приборами для нагревания и поддержания температуры воды в аквариуме служат: а) электрические лампочки со шнуром и вилкой. Рекомендуется пользоваться угольными электрическими лампочками. Лампочка опускается в воду. Необходимо тщательно следить за поддержанием постоянной температуры воды. Для маленьких аквариумов следует брать слабые лампочки. б) Рефлекторы из белой жести для ламп бокового подогревания и освещения воды в аквариуме. Рефлектор с электрической лампой подвешивается с наружной стороны у боковой стенки аквариума на крючках (рис. 61). Для концентрации тепла при использовании электроэнергии внутреннюю сторону рефлектора можно оклентить картоном или бумагой. Для бокового подогревания может быть использована 3—5-линейная керосиновая лампа. Рефлектор подвешивается так, чтобы ламповое стекло не касалось стекла аквариума. В обоих случаях уровень воды в аквариуме должен быть выше источника тепла. Аквариум должен быть густо засажен водными растениями (элодея, валлиснерия и др.), а на поверхность следует пустить плавающие растения (ряска, сальвиния); мальки обычно прячутся среди плавающих растений. Кормом для рыб являются циклопы, дафнии, сухой бисквит, манная крупа, мясной порошок, скобленое сырое мясо. Самки мечут мальков в течение всего года. В одну метку приносят 20 и более мальков. Признаком беременности самки является сильно вздутое брюшко, на котором у анального плавника многих видов появляется темное пятно полукруглой формы. Беременную самку при помощи сачка следует отсадить от самца и дать ей усиленный корм. Носит самка от 3 до 6 недель. В случае задержки метки температуру воды в аквариуме, где содержится беременная самка, следует повысить на 1—2 градуса. После метки самку следует опять пересадить к самцу. Мальки рождаются вполне сформировавшимися, без желточного пузыря. Сначала они питаются инфузориями, населяющими аквариум, а затем их следует кормить циклопами, дафниями или мясным порошком, крошками бисквита и т. п. Половозрелость наступает на 3—6-м месяце в зависимости от количества корма и времени вывода.

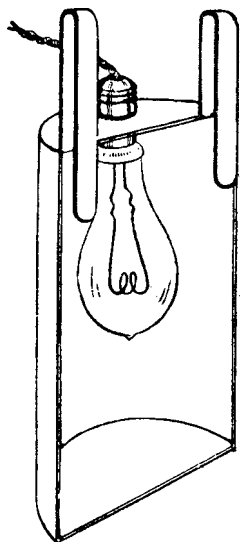


Рис. 61. Лампа бокового подогревания.

Видов живородящих рыб очень много (гирардинусы, гамбузии, пецилии, плятипецилусы, лимии и др.).

**Макроподы** используются для опытов по влиянию питания и температуры на рост и размножение (см. раб. 82, 83). Они относятся к группе лабиринтовых рыб. Родина — **Китай и Индокитай**. У лабиринтовых рыб, наряду с жабрами, имеется особый орган дыхания — лабиринт, расположенный выше жаберной полости. При помощи лабиринта макропод может дышать кислородом атмосферного воздуха. Макроподы — одни из самых красивых и неприхотливых рыб. У самца все плавники сильно развиты и вытянуты в нитеобразные удлинения, различно окрашенные в яркие цвета.

Обычная температура воды 20—25° С; в период нереста — 25—30° С. В период нереста самец из пузырьков воздуха (иногда с примесью растений) строит на поверхности воды пенистое «гнездо». Самка выметывает икру, а самец, оплодотворив ее, собирает и прячет в гнездо. Самка мечет икру в течение 2—3 часов небольшими порциями. Самку после откладки икры следует удалить немедленно, а самца — на 10-й день после появления мальков. Мальки из икры выклеваются через сутки.

Макроподы относятся к хищным рыбам, а поэтому сажать с ними других рыбок не следует.

Устройство аквариума и корм общие с живородками. Достать можно в зоологических магазинах и у любителей.

**Аксолотли**. Аксолотли представляют собою личиночную форму земноводного животного, известного под названием амблистомы. Аксолотли утратили способность к превращению в амблостому вследствие недоразвития щитовидной железы, имеющей громадное значение в метаморфозе земноводных. Родина — озера **Мексике**. Цвет аксолотлей — черный или белый.

В школьном курсе физиологии аксолотль является весьма удобным объектом для опытов: превращение аксолотля в амблостому, влияние температуры и освещения на рост и развитие животных, регенерация хвоста и конечностей, изучение первых стадий развития и др.

Взрослых аксолотлей следует держать в широких, но невысоких стеклянных банках. Уровень воды в банке не должен быть выше 10 см. На дно банки можно положить чистый песок; можно держать и без песка. В воду кладутся веточки элодеи. Аквариум с аксолотлем должен быть покрыт стеклом. Температура воды — комнатная. Кормить следует кусочками дождевых червей или скобленным сырым мясом в определенное время. Летом кормить следует каждый день, а зимой, когда температура помещения невысока, можно через день. Можно приучить брать корм с пинцета. Несъеденный корм следует убирать во избежание порчи воды.

Аксолотли способны размножаться в течение всего года, но в осенне-зимний период трудно выкармливать их личинок, для

которых основным кормом являются циклопы, а поэтому скрещивание лучше всего производить с февраля до осени. Первое скрещивание лучше всего произвести в середине февраля, так как в начале марта в водоемах уже можно достать живых циклопов. До скрещивания самку следует держать отдельно от самца. Самец у основания хвоста с брюшной стороны имеет вздутие; у самки этого вздутия нет. При размножении самец откладывает студенистые конусы с белой верхушкой, в которых содержатся сперматозоиды. Самка втягивает конусы в клоаку, и на другой день появляется икра. Самка наклеивает икру на растения по несколько штук сразу. Икру самка откладывает с перерывами и заканчивает кладку на следующий день. В одной кладке насчитывается до 400 икринок. Икру нужно немедленно выбрать вместе с растениями и разместить ее по другим банкам без песка. На банку емкостью в 1 литр воды следует поместить около 30 икринок. Развитие икры может происходить при комнатной температуре. Воду не следует менять до появления головастиков. Во избежание загрязнения банку с икрой следует покрыть марлей или стеклом, оставив щель для прохождения воздуха. Если на поверхности воды появится бактериальная пленка, то ее следует снять бумагой. Побелевшие икринки (погибшие) следует немедленно удалить.

Температура воды сильно влияет на быстроту развития, а поэтому аксолотль является весьма удобным объектом для постановки опытов по влиянию температуры на развитие животных. В течение 5 дней вышедшим из воды личинкам не следует давать пищи, так как они могут питаться за счет своего желточного пузыря и за счет инфузорий, находящихся в воде. Личинок следует каждый день осматривать, погибших немедленно удалять пипеткой. При смене воды только что вышедшим из икры личинкам следует удалить большой пипеткой часть воды, а затем добавить свежей воды комнатной температуры. При смене воды подросшим личинкам, их следует пересаживать в банку со свежей водой маленьким сачком. Личинок лучше держать в банке без песка.

Первый корм личинок — инфузории и циклопы. Циклопов следует давать в небольшом количестве — по несколько штук на каждого головастика, так как они могут вызвать гибель личинок, разрушая их жабры. После развития передних ног, которые у личинок аксолотлей появляются раньше задних, можно перейти на кормление дафниями. Сформировавшуюся маленькую личинку можно кормить личинками мотыля, а затем постепенно переходить на кормление нарезанным дождевым червем или скобленным сырым мясом.

Достать аксолотлей можно в зоомагазинах зоологических садов, в биологических лабораториях научных исследовательских институтов и высших учебных заведений и в школах.



**Лягушки.** Лягушки являются основным объектом, используемым в школе для опытов по физиологии, а поэтому их следует заготавливать с осени в достаточном количестве (по 1—2 лягушки на каждого учащегося VIII класса). Для опытов могут быть использованы различные виды лягушек. Травяные лягушки, имеющие сверху сероватую или бурую окраску с темнотными или черными пятнами, а брюхо беловатое с пятнами, водятся в сырых местах лесов, садов, кустарников и полей. Съедобные (иначе — зеленые или водные) лягушки обитают в прудах, покрытых листьями водяной лилии, и в маленьких озерах, поросших по берегам кустарником или камышом.

Лов травяных лягушек следует производить на сырых лугах в вечерние часы в начале сентября, пока они не ушли в водоемы на зимовку. Лов производится руками. Пойманных лягушек сначала складывают в ведро (лучше экскурсионное), затянутое куском мешковины. В этой мешковине посередине делают отверстие для просовывания руки. При массовом сборе лягушек перекалывают из ведра в мешок из редкого, пропускающего воздух материала. Когда лягушки уйдут на зимовку, что совпадает с началом листопада, то лов их производится уже в воде. Лучше всего лягушек искать в ручьях среди лугов. Обычно сборщик ложится у самого берега и, засучив рукава, обшаривает в воде пещерки среди камней и дно. В каждой пещерке можно найти несколько лягушек. Лов следует производить утром. В прудах с отлогими берегами и в мелководных ручьях лов лягушек удобнее производить с помощью сачка. Этот способ лова успешнее идет при наличии двух сборщиков. Один находит лягушек и длинной палкой выгоняет их из норки, а другой ловит выпрыгивающих лягушек сачком. Если сборщикам хорошо известны места зимовки лягушек, то лов их возможен и зимой. Над местами зимовки приходится делать проруби и производить лов при помощи сачка.

Зимой лягушек лучше всего хранить в деревянной лохани, поставленной слегка наклонно. На дно лохани кладется чистый песок, поверх которого наливается вода. Воды налить столько, чтобы ею была покрыта только половина дна. Сверху лохань следует закрыть сеткой. В помещении, где хранятся лягушки, температура должна быть не выше 6—8°С и не ниже 2—3°С. Корма давать не следует. Уход за лягушками заключается в частой смене воды (через день — два) и в удалении мертвых лягушек. В обыкновенной лохани, употребляемой для стирки белья, можно содержать до 300 штук лягушек.

**Белые крысы.** Клетки для содержания белых крыс могут быть различной конструкции. Желательно, чтобы дно клетки было сделано из металлической сетки, через которую легко бы проваливались нечистоты. Под дном клетки следует сделать выдвижной поддонник. Поддонник может быть сделан из оцинкованной жести или из дерева. Деревянный поддонник хорошо

изнутри обить оцинкованной жстью. При наличии отверстий в полу и поддонника в клетке легко поддерживать чистоту. Выдвижное дно желательно посыпать песком, опилками или истолченным торфом; торф очень хорошо поглощает запах, издаваемый крысами и их выделениями. Примерный размер клетки для содержания одной пары крыс: длина — 60 см, ширина и высота — по 30 см. В клетку необходимо поставить гнездо; в гнездо кладется мягкое сено или вата. Гнездо делается из ящика или из толстого картона. Оно может быть поставлено на полочку, прибитую к одной из стенок клетки; при таком положении гнезда полочку, на которой оно находится, следует соединить с полом лесенкой.

Основным кормом для крыс является овес или ячмень. К основному корму добавляется хлеб, овощи, сено. Крысы много пьют, поэтому в клетке всегда должна быть поилка со свежей водой.

Для условий школьной лаборатории можно рекомендовать следующие рационы (на одну крысу):

1) трехразовое кормление:<sup>1</sup>

9 ч. утра	3 ч. дня	9 ч. в.ч.
овса — 16 г молока 2 ложки	хлеба — 20 г овощей — 5 г	хлеба 20 г молока — 1 ложка

2) двухразовое кормление (утро и вечер)<sup>2</sup>:

подсолнухов — 50 г, хлеба черного — 20 г, моркови — 10 г, овса — 20 г, сена или соломы — 40 г. Беременным и кормящим самкам добавлять молоко — 3—4 ложки в день.

Разведение крыс производится следующим образом: самец сажается в клетку к самке на 2—3 дня, после чего он должен быть отделен от самки. Носит самка 27—30 дней, рождает 4—12 голых и слепых детенышей. На 8-й день крысята начинают покрываться волосами, на 13-й день становятся зрячими. Самка кормит детенышей молоком 4—5 недель, после чего их следует от нее отделить. Следующая случка может быть произведена не раньше, как через 2 месяца после появления первого приплода. Нормальное число пометов в год — 4. Производителей следует подбирать из разных гнезд и не моложе 4—5-месячного возраста.

Белые крысы в школьном курсе физиологии животных и человека используются для опытов по дыханию, для получения авитаминоза, для наблюдения за размножением и развитием

<sup>1</sup> Натали. Животные и растения в уголках живой природы. ГИЗ, 1926.

<sup>2</sup> Селивачев. Иллюстрированный справочник-каталог зоолюбителя. Библиотека зоомагазина Московского зоопарка, 1930.

животных, для демонстрации желез внутренней секреции, для опытов по условным рефлексам и других целей.

**Белые мыши.** Вместо белых крыс в опытах по физиологии животных могут быть использованы белые мыши. Клетки для содержания мышей могут быть такой же конструкции, как и для крыс. Размер клетки для пары мышей: длина 30 см, высота и ширина по 15 см. Корм такой же, как и для белых крыс, но в два раза меньше по количеству. Приплод появляется через 21—24 дня после спаривания. Молодняк следует держать с самкой не менее 4 недель. Уход такой же, как за крысами.

**Морские свинки.** Родина — южная и средняя Америка. «Свинкой» названа, очевидно, потому, что звуки, издаваемые этим животным, относящимся к отряду грызунов, напоминают хрюканье свиньи. Дикая морская свинка привезена в Европу еще в XVI столетии. Название «морская» является указанием на то, что она привезена «из-за моря».

Клетка для содержания морских свинок может быть устроена по типу клеток для кроликов и белых крыс. Морских свинок можно держать в открытом сверху ящике, стенки которого не ниже 30—35 см. Морские свинки требуют сухого и теплого помещения. В сыром помещении легко заболевают.

Примерный рацион для одной свинки:

9 ч. утра	3 ч. дня	9 ч. веч.
овса или ячменя — 45 г	овощей — 50 г	сена /зимой/ — 30 г травы свежей. /летом/ — 45 г

При даче свежих овощей и зелени воду ставить не обязательно. Беременным и кормящим необходимо давать молоко через день, не давая в это время зелени.

Самца пускают к самке на 2—7 дней, а затем отсаживают в отдельную клетку. Самка носит 9—10 недель. Рождает чаще всего 2 вполне развитых, зрячих, покрытых шерстью детенышей. Самка кормит детенышей молоком 14—21 день. Половозрелость наступает на 4-м месяце, но случка не рекомендуется раньше 8 месяцев. В возрасте одного месяца самцов следует отделить от самок. Нормальное число пометов в год 3—4.

В школьном курсе физиологии животных морские свинки являются прекрасным объектом для опытов по получению авитаминоза С и для наблюдения над размножением млечопитающих.

**Кролики.** Размер клетки на одного взрослого кролика 60 × 60 см ширины и глубины, высота — 40 см. Клетки могут быть устроены по типу клеток для крыс. Помещение, в котором находятся кролики зимой, должно быть светлым, сухим, хорошо проветриваемым, но не теплым.

Во избежание инфекционных заболеваний, которыми легко поражаются кролики, необходимо тщательно следить за чистотой клеток. Кормушку и поилку перед каждой дачей пищи следует тщательно мыть, клетку чистить ежедневно.

Количество пищи, потребное в день на одного кролика, зависит от веса кролика, возраста и его состояния. Организм кролика очень быстро переваривает пищу, а поэтому кормить кроликов следует не менее 3 раз в день в определенные часы. Утром (от 6 до 8 час.) рекомендуется давать сухой корм; днем (12 час.) — корнеплоды, трава; вечером (от 4 до 6 час.) — сухой корм и трава. Молодняк, а также беременных и кормящих самок рекомендуется кормить 5 раз.

Количество кормов на 400 г живого веса кролика в день (в граммах):

Возраст и состояние кролика	Трава	Сено	Зерновой корм	Корнеплоды	Время года
Крольчата от 1 — 5 мес.	75	—	15	—	лето
Кормящие и беременные самки и случные самцы	—	20	15	25	зима
Взрослые самцы и самки в состоянии покоя	75	—	5	—	лето
	—	20	5	20	зима

В месяц на одного кролика следует затратить (примерно): зерновых кормов 2 кг, сена — 3 кг, корнеплодов — 3 кг. Зерновым кормом для кролика являются: овес, рожь, ячмень, чечевица, пшеница, дробленая кукуруза, просо, размоченный горох, жмых льняной или конопляный, отруби пшеничные или ржаные.

Кролик требует разнообразия кормов. Любимым зеленым кормом кролика являются: одуванчик, подорожник, укроп, тмин, сельдерей, богородская травка, крапива, ботва и др. Из древесных веток и листьев можно давать осину, березу, тополь, акацию, иву, дуб, клен и некоторые другие. Ветки с листьями в виде веничков можно заготавливать летом.

Необходимо следить, чтобы к новой даче корма старая дача была бы кроликом съедена. В противном случае норму дачи следует уменьшить. Воду давать только утром. Беременной и кормящей самке давать молоко, в которое полезно прибавлять  $\frac{1}{4}$  чайной ложки костяной муки. Беременной и кормящей самке необходимо класть в клетку кусковую соль, необходимо следить, чтобы во время родов в клетке была вода, так как у самки в это время бывает большая жажда.

После случки самца следует отсадить. Самка вынашивает детенышей 28—35 дней; приносит от 4 до 12 голых, слепых детенышей. Дней через 26 после случки клетку следует основательно вычистить, положить в нее материал для гнезда (сено, листья, вата) и завесить. Трогать гнездо и беспокоить

самку после родов в течение нескольких дней не разрешается. Кормит самка крольчат 30—60 дней. Спаривать самку раньше, чем через месяц после родов — недопустимо. Здоровых крольчат самка приносит 3—4 помета в год.

Чтобы предотвратить поедание самкою крольчат, необходимо следить, чтобы у беременной самки в клетке было достаточно зеленого корма, воды, молока и кусковой соли.

В курсе физиологии кролики используются для опытов по получению авитаминоза С, по определению влияния состава пищи на организм животного, по влиянию температуры на покров животного, для опытов по эндокринологии, для наблюдения над развитием млекопитающих.

### **Продукты мясного рынка**

Целый ряд опытов в курсе анатомии и физиологии ставится при вскрытии органов крупных млекопитающих животных. Свернувшуюся кровь, дефибрированную кровь лучше всего получить на бойне. Другие натуральные объекты, как-то: сердце, легкие, почки, глаза, суставы, свежие кости, мозг так же удобнее получать на бойне, с которой школа должна вступить в известные договорные отношения. При отсутствии этой возможности, например, в сельской местности следует договариваться с колхозом о том, чтобы при убое животных школе были предоставлены необходимые органы. Если время убоя животного в колхозе не совпадает по времени с прохождением соответствующих тем учебной программы, то все же необходимо взять органы и провести такие важнейшие работы, как вскрытие сердца, легких, вскрытие сустава и другие.

Необходимо просить вырезать сердце с длинными кусками артерий и вен и с околосердечной сумкой, а легкое с трахеей и гортанью. Желательно сердце взять вместе с легкими. Наконец, все необходимые для учебных целей органы можно купить на рынке, хотя при данном способе их приобретения не всегда удастся найти неповрежденные органы.

Вскрытые органы не следует выбрасывать; их нужно беречь для повторения и на тот случай, если не удастся достать свежий материал. Сохранять их следует в банке с консервирующей жидкостью.

### **Специальные пособия**

**Упрощенный термолюминостат** в курсе физиологии животных требуется для постановки опытов по выяснению влияния света и тепла на организм животного (раб. 83—85) и для опытов с теплолюбивыми рыбами (раб. 82 и 83).

Термолюминостат представляет собою замкнутый ящик, который обогревается сильной (100—150 свечей) электрической

лампочкой (рис. 62). Размеры ящика проставлены на рисунке. Передняя стенка делается остекленной. Одна из боковых стенок состоит из двух открывающихся дверок. Остов домика делается из деревянных брусков и обивается фанерой. При подгонке частей нужна большая тщательность, чтобы лучше сохранить тепло в домике. Внутри утепленного домика делаются полочки для увеличения рабочей площади. В стенке домика

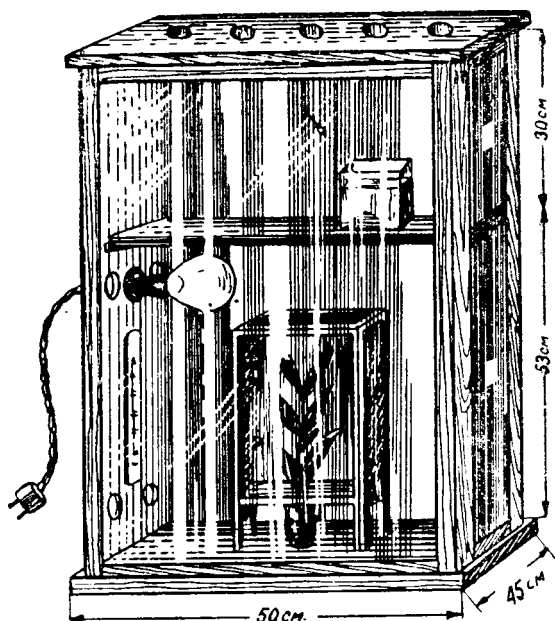


Рис. 62. Люминостат.

желательно сделать закрываемые ватой отверстия, при помощи которых производится вентиляция и регулируется температура. На одну из стенок вешается термометр. Опыты по физиологии животных, требующие температуры выше комнатной, могут быть поставлены с использованием световой камеры.

**Световая камера.** Световая камера представляет собою шкаф, сделанный из фанеры и выкрашенный изнутри белой краской. Отверстия по бокам камеры и сверху дают возможность проветривать камеру. В камере подвешиваются 2—4 лампочки по 60—100 свечей. В камере должен быть термометр. На внутренних стенках камеры устраиваются полочки.

### Источники электрического тока

Для проведения экспериментальных работ по физиологии нужны различные источники электрического тока и некоторые приборы.

Элемент Грене (рис. 63) состоит из стеклянного сосуда, в котором укреплены две пластинки из прессованного угля (б). Между ними помещена подъемная цинковая пластинка на металлическом стержне (а). В этом элементе отрицательным полюсом является цинк, положительным — пластинка из прессованного угля. При заряджении элемента сосуд наполняется жидкостью, для приготовления которой можно пользоваться следующим рецептом:

воды	1000 г
двухромовокислого калия или натрия	120 »
серной кислоты	250 »

Пластика опускается в жидкость только перед употреблением. Так как жидкость сильно разъедает цинк, то когда элемент не

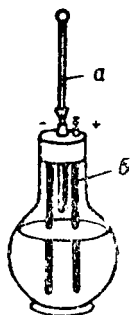


Рис. 63. Элемент Грене.

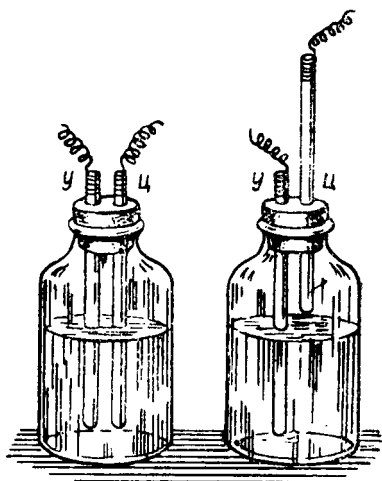
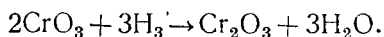


Рис. 64. Самодельный элемент Грене.

работает, цинк поднимают из раствора за стержень. Электродвижущая сила тока у элемента Грене — около 2 в.

Химические процессы, происходящие в элементе: образование  $H_2$  в результате растворения  $Zn$  в серной кислоте, окисление  $H_2$  до воды с помощью хромовой кислоты по формуле



Самодельный элемент Грене (рис. 64) можно сделать из банки емкостью в 150—300 см<sup>3</sup>. В пробке от этой банки просверливают 2 отверстия на расстоянии  $\frac{1}{2}$  см и вставляют угольную (у) и цинковую (ц) пластинки, которые покупаются готовыми в магазине электрических или учебных принадлежностей. Цинк должен свободно двигаться в пробке (но не касаться угля). После каждого пользования его следует поднимать. Сбоку пробки вырезают небольшой жолоб для свободного

выхода из склянки образующегося газа. На наружные концы угля и цинка наматывается медная проволока, которая и отводится, куда понадобится. Банка наполняется составом, который указан выше.

Для ослабления порчи цинка его покрывают ртутью (амальгамируют); для этого его очищают напильником или наждачной бумагой и промывают в 10%-м растворе серной кислоты. Затем наливают в блюдце немного ртути и с помощью зубной щетки или тряпочки натирают ртутью поверхность цинка. Когда он весь покрывается однородным слоем амальгамы, его ополаскивают водой.

Амальгамировать цинк нужно ежегодно перед началом работы.

**Элемент Даниеля.** Устройство этого элемента представлено на рис. 65. В стеклянном сосуде *г* с насыщенным раствором медного купороса находится медная пластинка *в*, свернутая в виде цилиндра. Это положительный полюс элемента. Кроме того, в стеклянном сосуде находится цилиндрический сосуд из слабо обожженной пористой глины *б*, содержащий 5%-й раствор серной кислоты и цинковый стержень *а* (отрицательный полюс элемента). Элемент Даниеля развивает электродвижущую силу, равную 1,1 в. При заряде элемента в раствор медного купороса вставляют медную пластинку, а в серную кислоту опускают цинковую пластинку, хорошо амальгамированную. После работы цинковая пластинка вынимается и промывается водой. Кислота из пористого сосуда сливается в бутылку, а сосуд промывается водой и до следующего опыта хранится в сосуде с водой. Электрическая энергия в элементе получается за счет растворения  $Zn$  серной кислотой, что сопровождается освобождением  $H_2$ , и в результате взаимодействия водорода, проходящего через стенки пористого сосуда, с сернокислой медью по формуле:

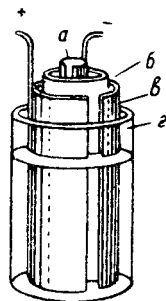
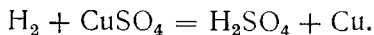


Рис. 65. Элемент Даниеля.



Освобождающаяся медь осаждается на медной пластинке. Реакция продолжается вплоть до истощения раствора.

**Элемент Лекланше.** В элементе Лекланше отрицательным полюсом является цинк, а положительным — уголь (кокс). Оба электрода находятся в насыщенном растворе нашатыря ( $NH_4Cl$ ). Деполяризатором служит перекись марганца ( $MnO_2$ ), которая в виде двух брусков охватывает угольную пластинку. При работе элемента в нем происходит реакция  $2NH_4Cl + Zn = ZnCl_2 + 2NH_3 + H_2$ . Продуктами реакции являются хлористый цинк ( $ZnCl_2$ ), аммиак ( $2NH_3$ ) и водород ( $H_2$ ). Последний



взаимодействует с перекисью марганца, но довольно медленно. Поэтому при продолжительной работе элемент все же поляризуется, вследствие чего электродвижущая сила его понижается.

Электродвижущая сила элемента 1,3—1,6 в. Цинковая полоска, угольная пластинка и бруски из перекиси марганца связываются вместе, причем цинк отделен от брусков фарфоровой перегородкой. После работы раствор сливается в бутылку. Все части элемента споласкиваются водой и хранятся в сухом виде.

**Ток осветительной сети.** В школьной практике можно воспользоваться и током осветительной сети при помощи трансформатора «Гном» (рис. 66), который продается в магазинах электрических принадлежностей и стоит дешево. Необходимо, чтобы в классе был обыкновенный штепсель. «Гном» соединяется

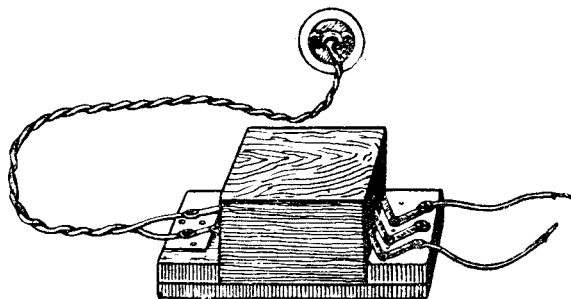


Рис. 66. Трансформатор «Гном».

с проводами, заключенными в обыкновенном шнуре так, как показано на рисунке. Если соединение будет произведено неправильно, т. е. провода, идущие от штепселя, будут присоединены к противоположной стороне «Гнома» (где 3 винта), то «Гном» перегорит. При работе вилка вставляется в штепсель; после работы немедленно вынимается. «Гном» трансформирует 110 в городского переменного тока на 3 или 5 (иногда 8) в.

Сухой элемент (рис. 67) очень удобен для школьных опытов. Покупается в магазинах учебных пособий и электрооборудования. Сухой элемент представляет собой элемент Лекланше, выше описанный, который наполнен массой, впитывающей в себя электролит. В действительности он не является вполне сухим. В СССР распространены сухие наливные элементы, которые перед употреблением необходимо наливать водой, согласно приложенному к ним указателю.

**Прерыватели тока.** При работах по физиологии животных часто приходится пользоваться прерывателями тока. Из них наиболее удобными являются следующие.

1. Ключ-рубильник (рис. 68). Маленькие ключи-рубильники иногда можно достать в магазинах, где продается радиоаппаратура.

2. Самодельный ключ (по Ягодовскому) (рис. 69). Дощечка, в которую ввинчены два винта: один обмотан концом проволоки, идущей к мышце или к нерву, а другой винт обмотан проволокой, соединяющей ключ с элементом. Вырезанная из консервной банки жестяная пластинка служит для замыкания тока.

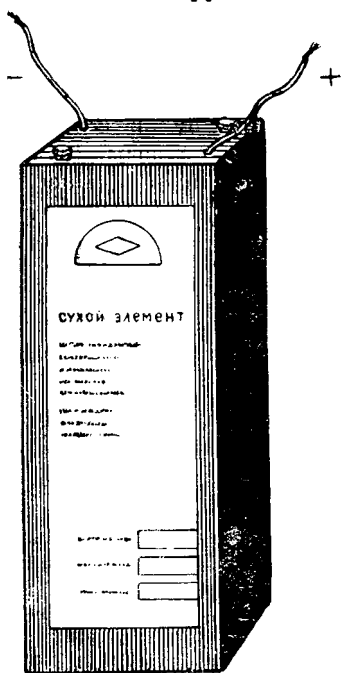


Рис. 67. Сухой элемент

3. Обыкновенная электрическая кнопка.

Кимограф, или записывающий барабан, дает возможность регистрировать колебания различных рычагов на закопченной

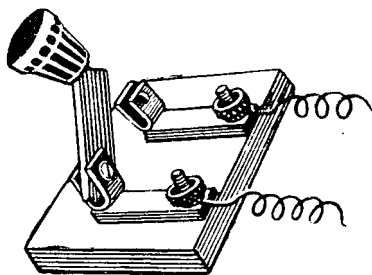


Рис. 68. Ключ-рубильник

поверхности, равномерно передвигающейся перед острием писчика. При помощи его можно регистрировать различные физиологические процессы (сокращение мышц, пульс, движение грудной клетки и т. п.).

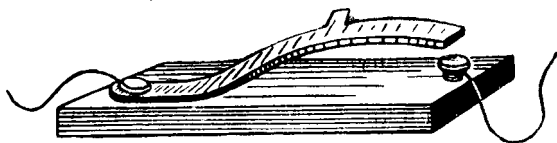


Рис. 69. Самодельный ключ (по Ягодовскому).

Кимограф (рис. 70) состоит из вращающегося цилиндра 1, надетого на ось 2, снабженную металлическим диском 3. Диск приводится в движение часовым механизмом, находящимся внутри металлической коробки 4, путем передачи движения через особую металлическую катушку 5, плотно прилегающую

снизу к диску 3. Изменяя расстояние катушки от оси цилиндра, можно менять скорость движения диска.

Сзади металлической коробки находится отверстие для ключа, которым заводится часовой механизм. Сверху помещается регулятор вращения 6. Ось цилиндра фиксируется двумя винтами. Ввинчивая нижний винт и одновременно ослабляя верхний, можно, приподняв диск над катушкой, разъединить цилиндр от часового механизма; это применяется тогда, когда желательно быстро повернуть цилиндр просто рукой. Ни в коем случае не допускается поворачивание рукой цилиндра, соединенного с часовым механизмом. При соединении часового механизма с цилиндром, путем регулирования винтов, диск опять приводится в соприкосновение с катушкой. Пуск и остановка ча-

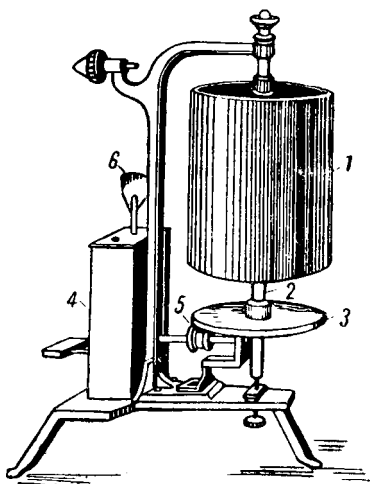


Рис. 70. Кимограф.

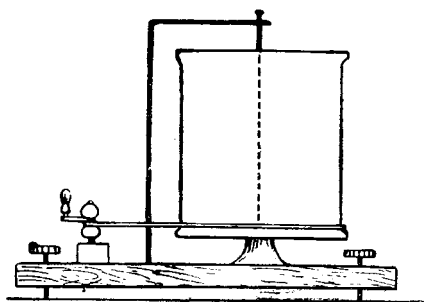


Рис. 71. Самодельный кимограф.

сового механизма производится посредством особого рычажка, находящегося в верхней части коробки на той стороне, где находится отверстие для ключа.

Для приготовления закопченной поверхности цилиндр оклеивается белой глянцевой бумагой (хороши гладкие белые обои) и медленно вращается над коптящим пламенем керосиновой лампы. Кривую, записанную на барабане, можно зафиксировать. Для этого на избранном месте надо провести линейный разрез и, осторожно держа бумагу за края, снять ее с цилиндра (стараясь не смазать записи), смочить спиртовым раствором канифоли (опустить бумагу в тазик или фотографическую ванночку с раствором канифоли) и просушить.

**Самодельный кимограф ручного движения.** Кимограф (рис. 71) состоит из барабана и механизма, приводящего в движение этот барабан, покрытый закопченной бумагой.

Барабан самодельного кимографа делается из жестяной банки из-под керосина или от консервов. Банка должна иметь

ровные стенки. В банку вплаивается жестяная крышка или же плотно вдевается деревянный круг, имеющий диаметр, равный данной консервной банке. С помощью циркуля, линейки и листа бумаги находится центр дна и крышки в банке, где и просверливается отверстие для оси. В каждое осевое отверстие вплаивается по отрезку медной трубки, через которое и проходит ось вращения барабана. Для большей устойчивости ось укрепляется в железной пластинке, которая сгибается в виде буквы Г, как показано на рисунке. Эта подставка может быть сделана из дерева. Приспособление для вращения устраивается с помощью деревянной катушки с ручкой, вращающейся на гнезде. Веребчатое кольцо соединяет катушку с барабаном и тем осуществляет вращение последнего.

Цилиндр покрывается блестящей, гладкой бумагой, края которой склеиваются. Бумага покрывается тонким слоем сажи при вращении цилиндра над коптящим пламенем керосиновой горелки или примуса.

### Приготовление растворов

**1. Физиологический раствор 0,65 (0,6%).** 0,65 г химически чистого хлористого натрия растворяется в 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Жидкость легко портится. Хлористый натрий, т. е. чистая поваренная соль, покупается в аптеке.

**2. Иод разведенный.** Несколько капель продажной иодной настойки капают в воду, чтобы получилась жидкость цвета крепкого чая.

#### **3. Растворы соляной кислоты.**

1) 1%-й раствор: 1 см<sup>3</sup> химически чистой соляной кислоты растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды.

2) 0,5%-й раствор: 0,5 см<sup>3</sup> химически чистой соляной кислоты растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды.

3) 10%-й раствор: 10 см<sup>3</sup> химически чистой соляной кислоты растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды.

Если приходится пользоваться соляной кислотой желтого цвета, которая продается в москательных магазинах, следует иметь в виду, что она является примерно 20%-м раствором.

Если из нее требуется приготовить 10%-й раствор, то берется определенный объем данной кислоты и разбавляется таким же объемом воды.

Для приготовления 10%-го раствора из дымящейся (продажной) соляной кислоты 10 см<sup>3</sup> кислоты разбавляют 40 см<sup>3</sup> воды. Если требуется более слабый раствор, то нужно сделать соответствующий расчет.

**4. 2%-й раствор медного купороса.** 2 г сернокислой меди (медного купороса) растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды. Для более быстрого растворения кусочки медного купороса толкут в ступке или же растворяют в теплой воде.

5. 10%-й раствор едкого кали. 10 г едкого кали растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды.

6. 1%-й раствор уксусной кислоты. 1 см<sup>3</sup> уксусной кислоты растворяют в 100 см<sup>3</sup> воды.

Продажная уксусная эссенция представляет собой 15%-ю уксусную кислоту.

7. Известковая вода. Небольшое количество гашеной извести взбалтывается в воде. Когда известь осядет на дно, воду сливают и фильтруют (через фильтровальную бумагу) до полной прозрачности.

8. Баритовая вода. Окись бария растворяется в воде (в небольшом количестве). Жидкость фильтруется.

Окись бария покупается в аптеке или в магазине химических реактивов.

---

### **Литература по школьному эксперименту в курсе анатомии и физиологии человека**

Алексеева В. М. Практические занятия по физиологии. Журнал «Естествознание в школе», 1949, № 3.

Бельская Р. М. Рефлексы спинного мозга. Журнал «Естествознание в школе», 1950, № 2. Пищеварительные ферменты и их свойства. Журнал «Биология в школе», 1938, № 5—6.

Боровицкий П. И. Определение калорийности пищи. Журнал «Естествознание в школе», 1948, № 3.

Бруновт Е. П. Учение И. П. Павлова в школьном курсе анатомии и физиологии человека. Журнал «Естествознание в школе», 1950, № 6.

Воинов М. А. Изучение в средней школе микроскопического строения почки. Журнал «Естествознание в школе», 1948, № 5.

Герд С. В. Живые животные в школе, 1949.

Голубева К. Н. Из опыта работы по воспитанию мировоззрения учащихся в курсе анатомии и физиологии человека в VIII классе. Журнал «Естествознание в школе», 1948, № 4.

Жудро Е. Н. О работе физиологического кружка учащихся VIII—IX классов. Журнал «Биология в школе», 1939, № 4.

Катков Е. С. Опыты, иллюстрирующие учение И. П. Павлова об условных рефлексах. Журнал «Естествознание в школе», 1951, № 1.

Ковалевский К. Л. Содержание мелких лабораторных животных в вивариях, 1949.

Козырь И. В. Самодельные приборы по физиологии человека. «Биология и химия в школе», 1946, № 4.

Козырь И. В. и Суворова П. И. Оборудование уроков по анатомии и физиологии человека. 1937.

Кременецкий Г. Микроскоп и работа с ним, 1934, 1937.

Маллицкая Н. Г. и Александров И. С. Руководство к практическим занятиям по физиологии, 1948.

Рябиновская А. М. Опыты по дыханию и газообмену в кружке юных физиологов. Журнал «Биология в школе», 1937, № 4.

Рябиновская А. М. Практические работы по сравнительной физиологии крови. Журнал «Биология в школе», 1939, № 5—6.

Суворова П. И. Школьный эксперимент в курсе анатомии и физиологии человека, 1948.

Программа по биологии 1951 г.

Методическое письмо. Учпедгиз, 1950.

О преподавании анатомии и физиологии человека на основе павловского учения.

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие	3
Образовательное и воспитательное значение эксперимента в школьном курсе анатомии и физиологии человека	5

### Организм как единое целое

Лабораторные занятия и демонстрации, требуемые программой по анатомии и физиологии человека	15
<i>Работа 1.</i> Приготовление препарата и рассматривание под микроскопом клеток слизистой оболочки рта человека	—
<i>Работа 2.</i> Рассматривание поверхностного эпителиального слоя кожи лягушки	17
<i>Работа 3.</i> Приготовление препарата хрящевой ткани и рассматривание его под микроскопом	18
<i>Работа 4.</i> Приготовление препарата поперечнополосатой мышечной ткани и рассматривание его под микроскопом	19
<i>Работа 5.</i> Регенерация плавников у рыб	21
<i>Работа 6.</i> Регенерация конечностей и хвоста у аксолотля	22
<i>Работа 7.</i> Демонстрация рефлекса на лягушке	23

### Костно-мышечная система

Лабораторные занятия и демонстрации, требуемые программой по анатомии и физиологии человека	24
<i>Работа 8.</i> Скелет и отдельные части скелета человека и животных	25
<i>Работа 9.</i> Демонстрация распилов костей	27
<i>Работа 10.</i> Получение минерального вещества кости	29
<i>Работа 11.</i> Получение органического вещества кости	30
<i>Работа 12.</i> Определение твердости кости	31
<i>Работа 13.</i> Прочность кости (по Ягдовскому)	32
<i>Работа 14.</i> Демонстрация вскрытого сустава	—
<i>Работа 15.</i> Сокращение мышцы при раздражении нерва	34
<i>Работа 16.</i> Механическая работа мышцы	38
<i>Работа 17.</i> Изучение явления утомления мышц при помощи самодельного эргографа	40

### Органы кровообращения

Лабораторные занятия и демонстрации, требуемые программой по анатомии и физиологии человека	42
<i>Работа 18.</i> Демонстрация под микроскопом свежей и окрашенной крови человека	43
<i>Работа 19.</i> Разрушение эритроцитов при смешивании крови с водой и сохранение их в физиологическом растворе (По описанию П. И. Суворовой)	44
<i>Работа 20.</i> Демонстрация получения артериальной крови	45
<i>Работа 21.</i> Демонстрация строения сердца и значения сердечных клапанов на сердце крупного млекопитающего	46

<i>Работа 22.</i> Демонстрация действия створчатых клапанов сердца (По описанию П. И. Суворовой)	52
<i>Работа 23.</i> Наблюдение движения крови в живом организме	53
<i>Работа 24.</i> Наблюдение над работающим сердцем лягушки	58
<i>Работа 25.</i> Демонстрация ритма сердечных сокращений	60
<i>Работа 26.</i> Подсчет пульса	63

### Органы дыхания

Лабораторные занятия и демонстрация, предлагаемые школьной программой по анатомии и физиологии человека	64
<i>Работа 27.</i> Демонстрационное вскрытие легких крупного млекопитающего животного. Опыты с легким	—
<i>Работа 28.</i> Мерцательный эпителий нёба лягушки	70
<i>Работа 29.</i> Мерцательный эпителий под микроскопом	72
<i>Работа 30.</i> Измерение сантиметровой лентой окружности грудной клетки после сильного выдыха и глубокого вдоха	73
<i>Работа 31.</i> Значение изменения объема грудной клетки при вдохе и выдохе	74
<i>Работа 32.</i> Изменение состава воздуха при дыхании	75
<i>Работа 33.</i> Обнаружение углекислого газа в выдыхаемом воздухе и в пробирке, где сокращалась лапка лягушки	79
<i>Работа 34.</i> Определение дыхательного воздуха и жизненной емкости легких спирометром	81
<i>Работа 35.</i> Подсчет дыхательных движений	83
<i>Работа 36.</i> Исследование воздуха жилых помещений (опыт Ягодовского)	85
<i>Работа 37.</i> Ознакомление с приемами искусственного дыхания	—

### Органы пищеварения

Лабораторные занятия и демонстрация, требуемые программой по анатомии и физиологии человека	87
<i>Работа 38.</i> Строение органов пищеварения	—
<i>Работа 39.</i> Изучение строения желудка, тонких кишок, печени (Работа с раздаточным материалом)	94

### Свойства белков, жиров и углеводов

<i>Работа 40.</i> Свойства белков	95
<i>Работа 41.</i> Свойства крахмала	96
<i>Работа 42.</i> Свойства сахара (глюкозы)	97
<i>Работа 43.</i> Свойства жиров	98
<i>Работа 44.</i> Анализ бульона	99
<i>Работа 45.</i> Анализ молока	—
<i>Работа 46.</i> Анализ муки	100
<i>Работа 47.</i> Анализ овощей и фруктов	101
<i>Работа 48.</i> Определение количества воды в продуктах питания	102
<i>Работа 49.</i> Определение содержания в продуктах противощевотного витамина С	—
<i>Работа 50.</i> Получение авитаминоза В	104
<i>Работа 51.</i> Получение авитаминоза С	105
<i>Работа 52.</i> Влияние качества пищи на вес кроликов	—
<i>Работа 53.</i> Пищеварительное действие слюны	107
<i>Работа 54.</i> Действие желудочного сока на белки	110
<i>Работа 55.</i> Опыты с панкреатическим соком	115
<i>Работа 56.</i> Действие желчи на жиры	117
<i>Работа 57.</i> Односторонняя проницаемость живой ткани	118

### Органы выделения

<i>Работа 58.</i> Строение почки	120
----------------------------------	-----



**Нервная система**

Лабораторные занятия и демонстрации, предлагаемые программой по анатомии и физиологии человека . . . . .	122
<i>Работа 59.</i> Свойства нерва . . . . .	—
<i>Работа 60.</i> Рефлексы спинного мозга . . . . .	128
<i>Работа 61.</i> Влияние силы раздражителя на время рефлекса и характер ответной реакции . . . . .	130
<i>Работа 62.</i> Значение спинного мозга в координации движений . . . . .	132
<i>Работа 63.</i> Торможение рефлексов спинного мозга . . . . .	—
<i>Работа 64.</i> Сеченовское торможение . . . . .	133
<i>Работа 65.</i> Влияние наркотических веществ на центральную нервную систему (По описанию Н. Г. Маллицкой и И. С. Александрова) . . . . .	134
<i>Работа 66.</i> Строение головного мозга . . . . .	135
<i>Работа 67.</i> Демонстрация лягушки с удаленными большими полушариями . . . . .	136
<i>Работа 68.</i> Выработка условного рефлекса у карася (по Хотину) . . . . .	138
<i>Работа 69.</i> Дрессировка крыс, основанная на получении условных рефлексов . . . . .	139
<i>Работа 70.</i> Образование условных рефлексов у мелких животных . . . . .	140
<i>Работа 71.</i> Вскрытие глаза крупного млекопитающего животного. Опыты с хрусталиком . . . . .	142
<i>Работа 72.</i> Значение зрачка (самонаблюдение) . . . . .	146
<i>Работа 73.</i> Отыскание слепого пятна . . . . .	—
<i>Работа 74.</i> Определение густоты осязательных точек кожи . . . . .	147

**Железы внутренней секреции**

<i>Работа 75.</i> Влияние адреналина и питуитрина на пигментные клетки кожи лягушки . . . . .	148
<i>Работа 76.</i> Влияние адреналина и питуитрина на пигментные клетки кожи колюшки. (По Гербилюскому) . . . . .	151
<i>Работа 77.</i> Влияние окраски грунта на окраску тела аксолотлей и лягушек . . . . .	—
<i>Работа 78.</i> Влияние гормона щитовидной железы на метаморфоз головастиков лягушки . . . . .	152
<i>Работа 79.</i> Превращение аксолотля в амблостому действием тиреоидина . . . . .	153
<i>Работа 80.</i> Вызывание искусственной линьки у кур действием тиреоидина (гормона щитовидной железы) . . . . .	155

**Физиологические особенности развивающегося организма**

<i>Работа 81.</i> Рассматривание под микроскопом сперматозоидов лягушки . . . . .	156
<i>Работа 82.</i> Рассматривание под микроскопом яйцевой клетки лягушки . . . . .	157
<i>Работа 83.</i> Влияние количества пищи на рост и развитие рыб . . . . .	158
<i>Работа 84.</i> Влияние температуры на рост и развитие рыб . . . . .	159
<i>Работа 85.</i> Влияние температурного фактора на развитие лягушки . . . . .	160
<i>Работа 86.</i> Изменение окраски у карасей под влиянием светотропов . . . . .	162

**Справочный отдел**

Лабораторные животные . . . . .	163
Продукты мясного рынка . . . . .	172
Специальные пособия . . . . .	—
Источники электрического тока . . . . .	173
Приготовление растворов . . . . .	179
Литература по школьному эксперименту в курсе анатомии и физиологии человека . . . . .	181

### ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать	По чьей вине
48	5 снизу	сравнить их в	сравнить их с	Типографии
101	24 сверху	углеводород — клетчатка	углевод — клет- чатка	Типографии
113	19 снизу	(рис. 48)	(рис. 38)	Изд-ва
117	21 снизу	старясь	стараясь	Изд-ва
152	20 снизу	метаморфов	метаморфоз	Типографии
157	14 снизу	головной или спинной	головной и спинной	Изд-ва

Зак. 1943.