



**А.Г.АЛИЕВ, Ф.А.АЛИЕВА, В.М.МАДАТОВА**

# **ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

**Учебное пособие**





**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**А.Г.АЛИЕВ** Ф.А.АЛИЕВА В.М.МАДАТОВА

**ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ  
ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ**

учебное пособие

Утверждено  
Министерством Образования  
Азербайджанской Республики  
приказом 952 от 24.07.2008 г

БАКУ – 2023

*Данный труд авторы посвящают светлой памяти основоположнику физиологии человека и животных выдающемуся ученому акад.А.И.Караеву, заслуженному деятелю науки проф. Т.Д.Гаибову и проф. Г.А.Гусейнову*

**Научные редакторы:**

кандидат биологических наук, и.о.доц. Бакинского Государственного Университета **Бабаева Рухангиз**  
Декан биологического факультета Гянджинского Государственного Университета, доц.кафедры анатомии и физиологии **Рустамов Адиль**

**Рецензенты:**

Руководитель лаборатории анализаторов, сравнительной и возрастной физиологии института физиологии им.А.И.Караева НАНА к.б.н. **Афик Газиев**  
кандидат биологических наук, и.о.доц. Бакинского Государственного Университета **Севиндж Ибрагимова**

**А.Г.Алиев, Ф.А.Алиева, В.М.Мадатова. Практикум по физиологии человека и животных**, учебное пособие  
Перевод с азербайджанского Мадатова В.М. Баку: издательство “Ləman nəşriyyat poliqrafiya” MMC, 2023, с.294

*Практикум состоит из 10 разделов и 83 лабораторных работ, способствующих всестороннему изучению физиологических процессов, происходящих в организме человека и животных. В практикуме для самостоятельной работы студентов даются методы выполнения работ, основанных на материале лекционных занятий и проверки усвоения этого материала студентами.*

1903010000  
M-658(07)

©Издательство “Ləman nəşriyyat poliqrafiya”MMC, 2023

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время для проведения практических занятий по физиологии человека и животных преподавателям приходится использовать руководство для мединститутков. Авторы предприняли попытку собрать в одно пособие методики экспериментов, уточнить и детализировать технику их выполнения и обосновать методические подходы к проведению наблюдений и опытов, которые могут быть использованы в курсе физиологии человека и животных.

Первостепенная задача практических занятий по физиологии человека и животных состоит в наглядной иллюстрации основных положений теоретического курса путем непосредственного наблюдения физиологических процессов.

В основу настоящего практикума положен принцип ориентирования обучения студентов на развитие умений и навыков в процессе самостоятельной работы. Для этого каждому занятию определены цель, необходимое оборудование, объект исследования, а в конце изучаемой темы предлагается ответить на вопросы для самопроверки. Представленный практикум соответствует программе по физиологии человека и животных (2023) для возмещения потребности студентов, обучающихся на ступени бакалавра Бакинского Государственного университета. Во введении даны указания по проведению лабораторных занятий по физиологии,

имеется информация о методах исследования, приборах, растворах, используемых во время проведения работ. Последовательность проведения лабораторных работ по темам представлена нервно-мышечной физиологией, центральной нервной системой, сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной системами, обменом веществ и энергии, питанием, выделением, железами внутренней секреции, анализаторами и высшей нервной деятельностью.

В практикуме представлены 140 рисунков и 19 таблиц. Данный практикум может быть использован магистрами, диссертантами и преподавателями. Авторы с благодарностью примут критические замечания, которые будут способствовать совершенствованию предлагаемого практикума по физиологии человека и животных.

## **Работа № 1. Организация практических работ по физиологии человека и животных**

### **Растворы, применяемые для поддержания жизнедеятельности препарата**

С древних времен физиологическая наука опирается на эксперимент, который стал ее основной формой исследования. Простейший опыт, в котором необходимо зарегистрировать сокращение мышцы или изменение кровяного давления, требует применения определенных инструментов. Инструментальным методам в физиологическом эксперименте принадлежит ведущая роль. При исследовании организма или его отдельных тканей, органов используются различные приборы, хирургические инструменты, растворы, химические вещества и т.д. Физиологические исследования проводятся, в основном, *in vivo*, а некоторые *in vitro*, т.е. могут проводиться вне организма. Большая часть физиологических работ проводится на лягушках, морских свинках, собаках, кошках и других животных. Результаты экспериментов, проводимых на животных, дают возможность понять ряд закономерностей деятельности человеческого организма. Для обескровливания и высушивания препаратов, используемых в физиологической практике используются различные физиологические растворы. Некоторые физиологические растворы используют как кровезаменители. В лабораторных работах, в основном, для холоднокровных животных используют

0,65% раствор хлористого натрия, а для теплокровных – 0,9% раствор хлористого натрия (таблица 1). Также, как для холоднокровных, так и для теплокровных животных в физиологической практике используют растворы Рингена, Рингера-Локка, Тироде (таблица 2)

Состав раствора Рингера (количество веществ в %)

**Таблица 1.**

состав	Для теплокровных	Для холоднокровных
NaCl	0,8	0,6
KCl	0,042	0,01
CaCl <sub>2</sub>	0,024	0,01
NaHCO <sub>3</sub>	0,01	0,01

Растворы, применяемые в физиологической практике для поддержания жизнедеятельности препарата

**Таблица 2.**

Состав раствора в %	Физиологический раствор	Раствор Рингера	Раствор Рингера-Локка	Жидкость Тироде
NaCl	0,65; 0,95	0,8	0,9	0,8
KCl		0,042	0,042	0,02
CaCl <sub>2</sub>		0,024	0,024	0,02
NaHCO <sub>3</sub>		0,02	0,02	0,01
MgCl <sub>2</sub>				0,01
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>				0,005
Глюкоза			0,1	0,1
			Обогащение	Обогащение

## **МЕТОДЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**

Наблюдение как метод физиологического исследования. Сравнительно медленное развитие экспериментальной физиологии на протяжении двух столетий после работ У.Гарвея объясняется низким уровнем производства и развития естествознания, а также несовершенством исследования физиологических явлений путем их обычного наблюдения. Физиологические процессы представляют собой динамические явления. Они непрерывно развиваются и изменяются, поэтому непосредственно удастся наблюдать 1-2, в лучшем случае, 2-3 процесса. Однако, чтобы их анализировать, необходимо установить связь этих явлений с другими процессами, которые при таком способе исследования остаются незамеченными. Вследствие этого простое наблюдение физиологических процессов как метод исследования является источником субъективных ошибок. Наблюдение устанавливает качественную сторону явлений и не дает возможности исследовать их количественно.

Важной вехой в развитии экспериментальной физиологии было изобретение кимографа и введение метода графической регистрации артериального давления немецким ученым Карлом Людвигом (1847). **Графическая регистрация физиологических процессов.** Метод графической регистрации позволил

осуществить объективную запись изучаемого процесса, сводившую до минимума субъективные ошибки. Эксперимент и анализ изучаемого явления можно было проводить в два этапа. Во время самого опыта задача экспериментатора заключалась в том, чтобы получить высококачественные записи – кривые. Анализ полученных данных можно было проводить позже, когда внимание экспериментатора не отвлекалось на проведение опыта. Метод графической регистрации дает возможность записывать синхронно не один, а несколько физиологических процессов. После изобретения способа записи артериального давления были предложены методы регистрации сокращения сердца и мышц (Энгельман), введена техника воздушной передачи (капсула Маррея), позволившая записывать иногда на значительном расстоянии от объекта дыхательные движения грудной клетки и живота, перистальтику и изменение тонуса желудка, кишечника и т.д. Был предложен метод регистрации изменения сосудистого тонуса (плетизмография по Моссо), объема различных внутренних органов – онкометрия.

**Исследование биоэлектрических явлений.** Важное направление развития физиологии было ознаменовано открытием «животного электричества». Л.Гальвани показал, что живые ткани являются источником электрических потенциалов, способных воздействовать на нервы и мышцы другого организма и вызывать сокращение мышц. На протяжении почти целого столетия единственным индикатором

потенциалов, генерируемых живыми тканями был нервно-мышечный препарат лягушки. Он помог открыть потенциалы, генерируемые сердцем при его деятельности (опыт Келликера и Мюллера), а также необходимость непрерывной генерации электрических потенциалов для постоянного сокращения мышц (опыт «вторичного тетануса» Маттеуччи). Стало ясно, что биоэлектрические потенциалы- это не случайные явления в деятельности живых тканей, а сигналы, при помощи которых в организме передаются «команды» в нервной системе и от нее мышцам и другим органам. Т.о., живые ткани взаимодействуют, используя «электрический язык». Понять этот язык удалось значительно позже, после изобретения физических приборов, улавливающих биоэлектрические потенциалы. Одним из первых таких приборов был простой телефон. Русский физиолог Н.Е.Введенский при помощи телефона прослушал биоэлектрические потенциалы. Значительным шагом вперед было изобретение методики объективной графической регистрации биоэлектрических явлений. Нидерландский физиолог Эйнтховен изобрел струнный гальванометр-прибор позволивший зарегистрировать на фотопленке электрические потенциалы, возникающие при деятельности сердца-электрокардиограмму (ЭКГ). Пионером этого метода был крупнейший физиолог, ученик И.М.Сеченова и И.П.Павлова А.Ф.Самойлов, работавший некоторое время в лаборатории Эйнтховена в Лейдене. Электрокардиография из физиологических

лабораторий очень скоро перешла в клинику как совершенный метод исследования состояния сердца, и многие миллионы больных сегодня обязаны этому методу своей жизнью. В дальнейшем успехи электроники позволили создать компактные электрокардиографы и методы телеметрического контроля, регистрирующие ЭКГ и другие физиологические процессы у космонавтов в околоземной орбите, у спортсменов во время соревнований и у больных, находящихся в отдаленных местностях, откуда информация передается по телефонным проводам в крупные специализированные учреждения для всестороннего анализа. Объективная графическая регистрация биоэлектрических потенциалов послужила основой важнейшего раздела нашей науки-электрофизиологии. Английский физиолог Эдриана для записи биоэлектрических явлений использовал электронные усилители. В.Я.Данилевский и В.В.Правдич-Неминский впервые зарегистрировали биотоки головного мозга. Этот метод позже был усовершенствован немецким ученым Бергером. В настоящее время электроэнцефалография широко пользуется в клинике, так же как и графическая запись электрических потенциалов мышц (электромиография), нервов и других возбудимых тканей и органов. Эти методы позволили расшифровать механизмы деятельности нервной системы и других органов и тканей, механизмы регуляции физиологических процессов. Важной вехой

в развитии электрофизиологии было изобретение микроэлектродов, т.е. тончайших электродов, диаметр кончика которых равен долям микрона. Эти электроды при помощи микроманипуляторов, можно вводить непосредственно в клетку и регистрировать биоэлектрические потенциалы внутриклеточно. Микроэлектродная техника дала возможность расшифровать механизмы генерации биопотенциалов-процессов, протекающих в мембранах клетки. Наука о функциях биологических мембран-мембранология- стала важным разделом физиологии.

**Методы электрического раздражения органов и тканей.** Живые органы и ткани реагируют на любые воздействия: тепловые, механические, химические и др. Электрическое раздражение по своей природе близко к «естественному языку», с помощью которого живые системы обмениваются информацией. Основоположником этого метода был немецкий физиолог Дюбуа-Реймон, предложивший индукционную катушку для дозированного электрического раздражения живых тканей. В настоящее время для этого используют электронные стимуляторы, дающие электрические импульсы любой формы, частоты и силы. Электрическая стимуляция стала важным методом исследования функций органов и тканей. Разработаны конструкции различных электронных стимуляторов, которые можно вживлять в организм. Электрическая стимуляция сердца стала надежным способом восстановления нормального ритма и функций этого жизненно важного органа и

возвратила к труду сотни тысяч людей. Успешно применяется электростимуляция мышц, разрабатываются методы электрической стимуляции участков головного мозга при помощи вживленных электродов, при помощи специальных стереотаксических приборов эти электроды вводят в строго определенные нервные центры. Кроме регистрации электрических потенциалов, температуры, давления, механических движений и других физических процессов, а также результатов воздействия этих процессов на организм, в физиологии широко применяются химические методы.

### **Химические методы исследования в физиологии.**

«Язык» электрических сигналов не единственный в организме. Распространенным является также химическое воздействие процессов жизнедеятельности (цепи химических процессов, происходящих в живых тканях). Поэтому возникла область химии, изучающая эти процессы - физиологическая химия. Сегодня она превратилась в самостоятельную науку - биологическую химию, раскрывающую молекулярные механизмы физиологических процессов. Радионуклеидные методы дают бесценные сведения при количественном анализе механизмов физиологических процессов. Электрическая запись неэлектрических величин связана с использованием радиоэлектронной техники. Применяются датчики-преобразователи различных неэлектрических явлений и величин (движение, давление, температура,

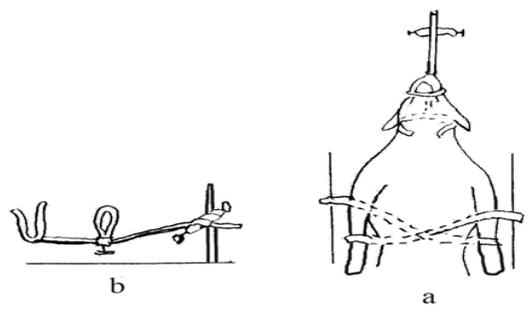
концентрация различных веществ, ионов и т.д.) в электрические потенциалы, которые затем усиливаются электронными усилителями и регистрируются осциллографами. В ряде приборов используют дополнительные воздействия на организм (ультразвуковые и электромагнитные волны и т.д.). Преимуществом таких приборов является то, что преобразователь-датчик можно укрепить не на исследуемом органе, а на поверхности тела. Испускаемые прибором волны проникают в организм, и после отражения исследуемого органа регистрируются датчиком. На таком принципе устроены ультразвуковые расходомеры, определяющие скорость кровотока в сосудах; реографы и реоплетизмографы регистрируют изменение величины электрического сопротивления тканей, которое зависит от кровенаполнения различных органов и частей организма. Преимуществом таких методов является возможность исследования организма в любой момент без предварительных операций; они не наносят вред человеку.

**Метод острого эксперимента** (вивисекция, живосечение). Основным методическим приемом аналитической физиологии были эксперименты на изолированных органах. При этом, чтобы получить доступ к какому-либо внутреннему органу или системе, физиолог занимался вивисекцией (живосечением). Такие эксперименты также называют острыми опытами. Подопытное животное привязывали к станку

и производили сложную и болезненную операцию. Жестокие пытки, не выносимые страдания, которым подвергалось животное, грубо нарушали нормальный ход физиологических явлений и не позволяли понять сущность процессов, протекающих в организме в естественных условиях в норме. Не помогло и применение наркоза и других методов обезболивания. Фиксация животного, воздействие наркотических веществ, операция, кровопотеря – все это совершенно меняло и нарушало нормальную жизнедеятельность организма. Исследование изолированных органов не давало представления об их истинной функции в условиях целостного неповрежденного организма.

**Метод хронического эксперимента.** И.П.Павлов болезненно переживал недостатки аналитической физиологии и острого эксперимента. Он нашел способ, позволяющий заглянуть вглубь организма, не нарушая его целостности. Это был метод хронического эксперимента, проводимого на основе «физиологической хирургии». В условиях стерильности на наркотизированном животном предварительно производили сложную операцию, позволяющую получить доступ к тому или иному внутреннему органу; для этого вживляли фистульную трубку или выводили наружу и подшивали к коже проток железы. Сам опыт начинали через несколько дней, когда рана заживала, животное выздоравливало и по характеру течения физиологических процессов практически ничем не отличалось от нормального, здорового. Благодаря наложенной фистуле можно

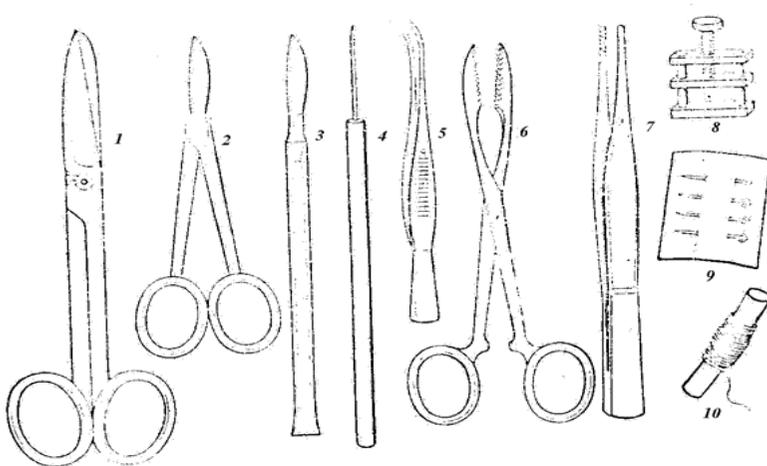
длительное время изучать течение тех или иных физиологических процессов в естественных условиях.



**Рис.1.**Закрепление собаки к операционному столу (а), держатель головы Галена (b)

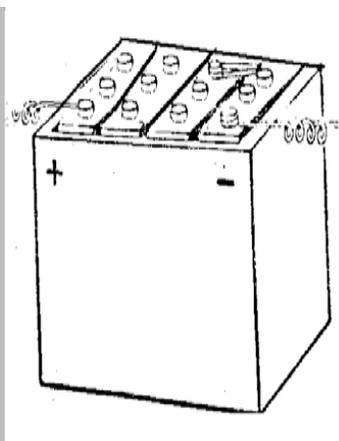
## **Работа № 2. Инструменты и приборы, используемые в физиологической практике**

**Инструменты.** Для выполнения практических работ по физиологии используются следующие инструменты: ножницы большие с прямыми концами, один из которых острый; ножницы маленькие (глазные) используются при выполнении работ по физиологии центральной нервной системы и физиологии кровообращения для тонкой препаровки; пинцеты глазные, анатомические, хирургические; препаровальная игла; булавки для прикрепления лягушки к пластинке; скальпель для вскрытия глаза и сеченовского торможения; нож для зачистки проводов; нитки; гальванический пинцет; различные зажимы и канюли.

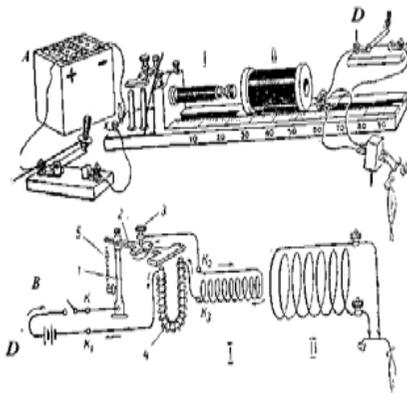


**Рис. 2.** Инструменты для препаровки: 1-большие ножницы, 2-маленькие глазные ножницы, 3-скальпель, 4-препаровальная игла, 5-глазной пинцет, 6 и 8-зажимы, 7-анатомический пинцет, булавки, шелковая нить.

**Приборы.** В физиологической практике электрический ток применяются для пуска в ход различных аппаратов и приборов, а также для нанесения раздражения.



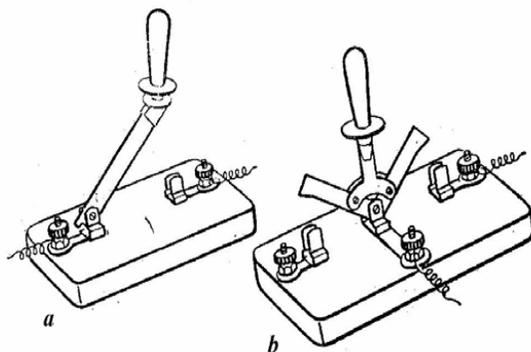
**Рис. 3.** Щелочной аккумулятор



**Рис.4.** Индукционная катушка

В XVIII-XIX веках в качестве источника постоянного тока использовали аккумуляторы, а для получения мгновенных токов переменного направления использовали индукционную катушку.

**Ключи** используются для включения аккумулятора в цепь.



**Рис. 5.** Ключи,

применяемые для составления схем работы с переменным и постоянным током: а – ключ-рубильник, б - трехконтактный ключ.

**Метроном** применяется для ритмичного включения и выключения постоянного тока.



Рис. 6. Метроном

**Электромагнитный камертон** применяют для получения более частых перерывов тока.

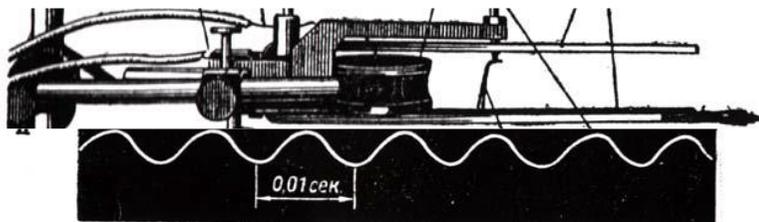


Рис. 7. Камертон

**Реохорд и реостат** применяются для раздражения постоянным током, когда надо плавно и в больших пределах менять его напряжение.

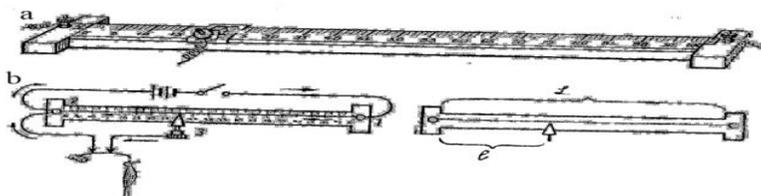


Рис. 8. Реохорд

### Устройство реостата

1. керамический цилиндр
2. проволока с большим удельным сопротивлением
3. ползунок
4. зажимы
5. стержень



Рис.9. Реостат

**Коммутатор** применяется для изменения направления постоянного тока.

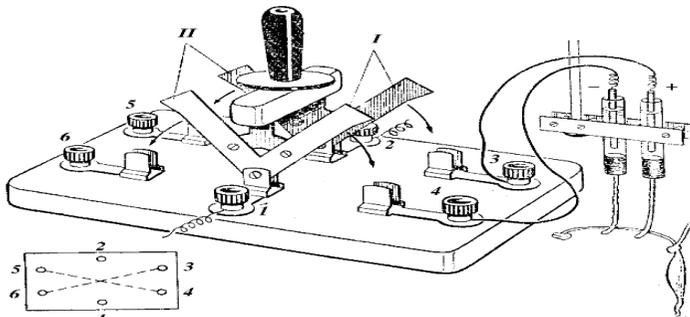


Рис. 10. Коммутатор: 1,2,3,4,5,6-контакты

В настоящее время как источник постоянного и переменного тока применяется стимулятор. **Стимулятор** преобразует переменный ток в прямоугольные импульсы, регулирует частоту их следования, амплитуд, длительность импульса в заданных пределах, регулирует напряжение.

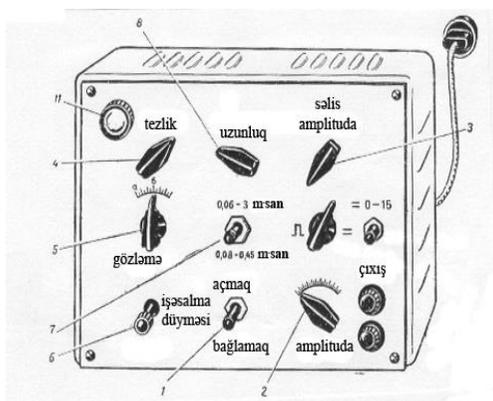


Рис. 11. Стимулятор

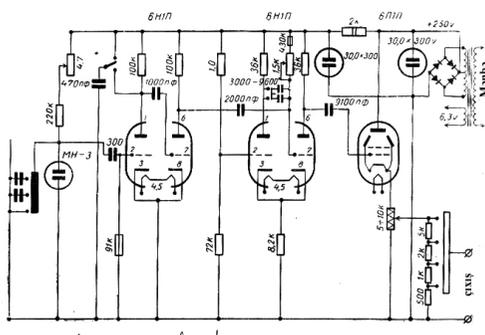


Рис. 12. Схема

устройства стимулятора

**Электроды** служат для подведения электрических импульсов от стимулятора к объекту. При работе с переменным током используются различной конструкции металлические электроды. Некоторые металлические электроды поляризуются и результаты опытов искажаются. Поэтому при работе с постоянным электрическим током применяются неполяризующиеся электроды. Это стеклянные трубочки, снизу замазанные белой глиной, замешанной на физиологическом растворе. Сверху в трубочки

вставляются металлические пластинки и наливается раствор соли того же металла, из которого сделаны пластинки.

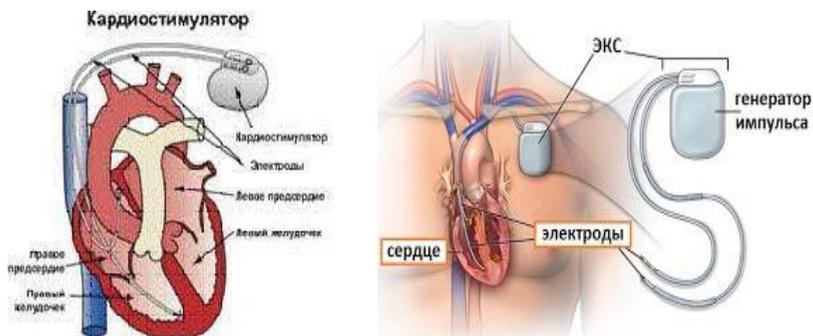
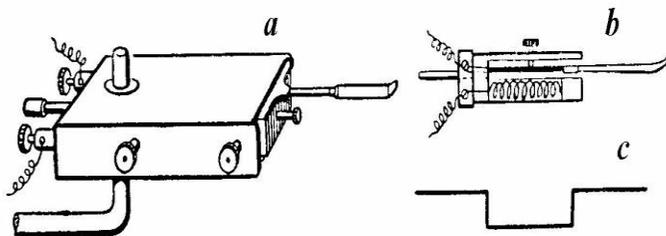


Рис. 13. Электроды

В эксперименте используют преобразователи, регистрирующие сокращения мышц, смещения центра тяжести тела за счет перераспределения крови, давление крови и насыщение ее кислородом, кровенаполнение органов, пульс, тоны и шумы сердца, температура, изменения концентрации водородных ионов и т.д. В связи с тем, что электрическая активность объектов характеризуется относительно малыми величинами: сила тока- микроамперами, напряжение- милливольтами, усилители обладают большим коэффициентом усиления (до нескольких миллионов).

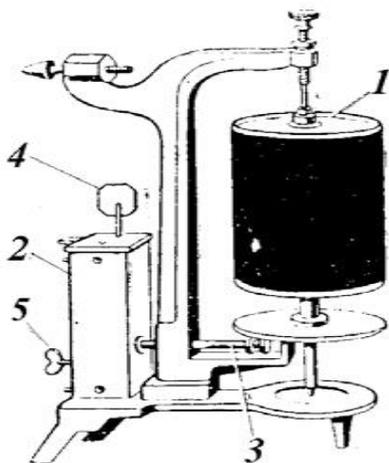
**Отметчики раздражения** будучи сложными, подразделяются на механические, пневматические, электрические и универсальные приборы.



**Рис. 14.** Отметчик раздражения: а-внешний вид, б-схеме, с-отметка раздражения

**Механические приборы** – кимограф, миограф, кардиограф широко используются на практических занятиях.

**Кимограф:** ответные реакции препарата на раздражение записываются на кимографе. Писчик миографа присоединяется к закопченной поверхности барабана и вычерчивает кривую, соответствующую ответной реакции исследуемого органа.



**Рис. 15.** Рис. 15. Кимограф: 1- цилиндр, 2- часовой механизм, 3- ось, 4- флюгер, 5- ключ

**Миограф** служит для регистрации сокращения мышц.



**Рис. 16.** Миограф

**Миограф** представляет собой рычаг, одно плечо которого загнуто вверх. Вертикальная часть этого плеча при помощи нити соединяется с мышцей. На конце другого плеча находится писчик, регистрирующий на кимографе сокращения мышцы.

**Кардиограф** применяется для регистрации сердечных сокращений.

**Пелотный кардиограф** применяется для записи сердечного толчка у человека. Этот прибор прикладывают к голому телу в том месте, где лучше всего прощупывается толчок сердца и фиксируют его ремнями.

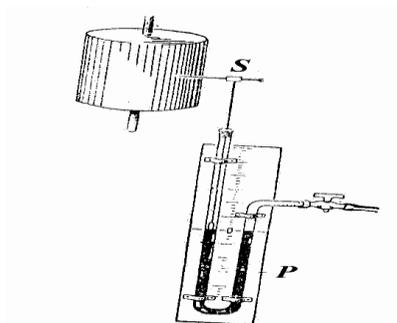


**Рис.17.** Пелотный кардиограф

**Пневмограф** — аппарат для графического изображения дыхательных движений; кривая, записываемая им незаметно от самого наблюдаемого субъекта, дает возможность точно судить не только о ритме дыхания, но и о силе и продолжительности каждой дыхательной фазы — вдоха, выдоха и паузы



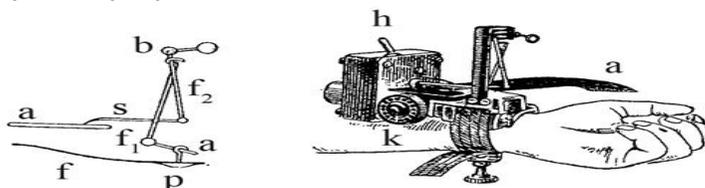
**Рис. 18.** Пневмография



**Рис. 19.** Манометр для

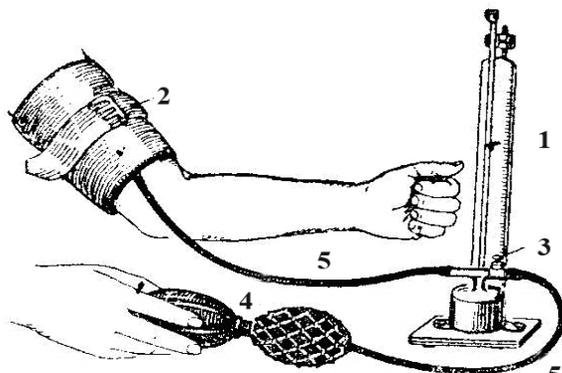
записи кровяного давления

Для записи пульса у человека применяется сфигмограф.



**Рис.20.** Сфигмограф: p- пелот, F, F – рычаг, a- закопченная бумага, s- рычаг с писчиком, f- пружина, k- колесо, h- рычаг

**Сфигмоманометр** применяется для измерения кровяного давления у человека



5 Рис. 21.

Сфигмоманометр: 1 - манометр, 2 - полая манжетка, 3 - винтовой клапан, 4 – резиновая груша, 5 –резиновые трубки

**Полиграф** состоит из металлического корпуса, покрытого резиновой мембраной, к которой прикреплен рычаг с писчиком.

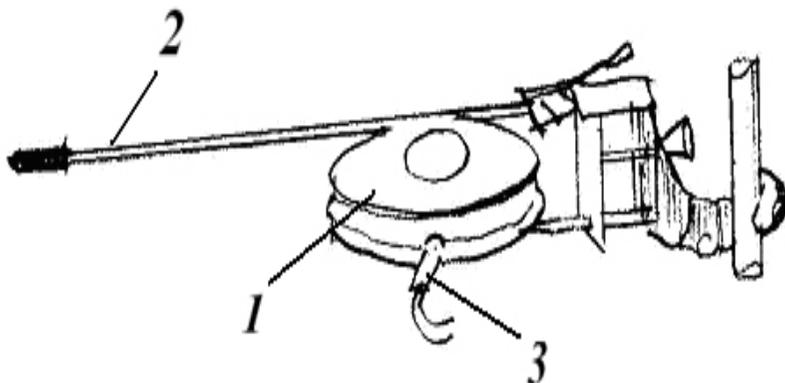


Рис. 22. Полиграф: 1-капсула Марее, 2-писчик, 3-металлическая трубка

## **РАЗДЕЛ I. НЕРВНО-МЫШЕЧНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

Основная физиологическая функция мышц – отвечать сокращением на поступление к ним по эфферентным нервам волны возбуждения. Общий сократительный эффект мышцы складывается из сокращения составляющих ее отдельных мышечных волокон. Основная физиологическая функция нервов – проводить возбуждение. Возбуждение в нервном стволе распространяется по отдельным составляющим его нервным волокнам. По существу нерв не является самостоятельным функциональным образованием, т.к. состоит из аксонов нервных клеток, тела которых могут располагаться как в ЦНС, так и в нервных узлах за ее пределами. Аксоны нейронов отличаются по строению и свойствам от дендритов и тел клеток. Возбуждение, возникшее в нервной клетке, передается по аксону к его окончаниям. Конечные разветвления аксонов образуют на мышечных волокнах специальный аппарат – нервно-мышечный синапс, с помощью которого осуществляется активная передача возбуждения с нервного волокна на мышечное. Мышечное волокно и мышца в целом, нервное волокно и нерв в целом способны приходить в состояние возбуждения и при прямом воздействии на них раздражителя. Если сила раздражения достаточна, то в ответ в нерве возникает распространяющееся возбуждение, а мышца отвечает сокращением. Из многих физических, химических и физико-химических явлений, связанных с процессом

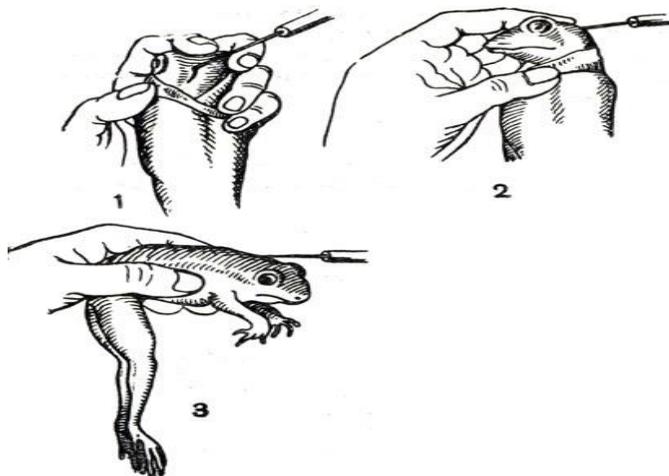
возбуждения, наиболее полно коррелируют с ним, отражая его временные, количественный и качественные характеристики, биоэлектрические потенциалы. Для мышечных волокон и мышц наряду с биоэлектрическими потенциалами внешним проявлением возбуждения служит сократительный акт. Как мышца, так и нерв по свойствам количественно отличаются от отдельных, составляющих их элементов. В то же время мышца и иннервирующий ее нерв образуют своеобразную функциональную систему, которой также присущи собственные закономерности. Изучение нервно-мышечной физиологии позволяет решать ряд задач, важных для понимания закономерностей работы нервной системы.

### **Работа № 3. Методы обездвиживания лягушки**

Для многих работ по физиологии необходимо использовать три способа обездвиживания лягушки.

**1. Разрушение головного и спинного мозга.** Берем лягушку в левую руку спиной вверх, так чтобы большой палец лежал на ее спине. Указательный палец кладем на верхнюю челюсть и наклоняем голову лягушки вниз. В таком положении хорошо видна затылочная ямка. Через ямку между затылочной костью и позвоночником вводим препаровальную иглу по направлению к туловищу, входим в спинномозговой канал и несколькими поворотами иглы разрушаем спинной мозг. Затем осторожно выводим иглу из позвоночного

канала, вводим ее в череп и разрушаем головной мозг. Общее расслабление мышц лягушки и отсутствие рефлекторных реакций свидетельствуют о полном разрушении головного и спинного мозга.



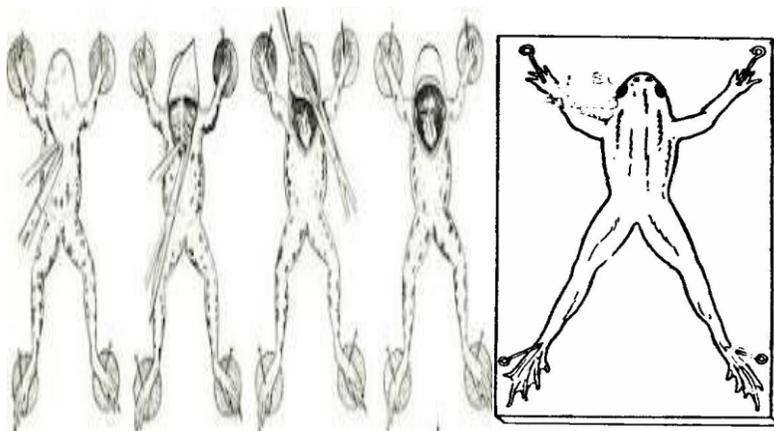
**Рис. 23.** Обездвиживание лягушки, разрушая головной (2) и спинной (3) мозг с помощью препаровальной иглы

2. **Декапитация** с последующим разрушением спинного мозга. Берем лягушку в левую руку, а правой рукой вводим как можно глубже браншу ножниц в рот под заднюю часть верхней челюсти. Быстрым движением остригаем череп вместе с верхней челюстью на уровне заднего конца барабанных перепонки, при этом сохраняем нижнюю челюсть. В отверстие спинномозгового канала вводим препаровальную иглу и разрушаем спинной мозг.

3. **Обездвиживание лягушки путем применения наркоза.** Для наркотизации лягушки применяется 10% раствор спирта или 2% раствор эфира. Лягушку

опускаем в раствор на 10-15 минут. Расслабление мускулатуры и отсутствие двигательной активности являются хорошими показателями достаточного действия наркоза. Для обездвиживания лягушки используется также уретан, который вводится под кожу. Для наркотизации лягушки вводим 1 мл 5% раствора уретана. Наркоз наступает через 15-20 минут.

**4. Фиксация лягушки.** Спинальную лягушку необходимо закрепить на пробковой пластинке (20x10см) неподвижно. Прикрепляя лягушку, необходимо хорошо натянуть ее конечности, чтобы они были неподвижными и не мешали записи ответных реакций. Булавки необходимо вкалывать в направлении противоположном движению конечности, иначе лапки вместе с булавками выскользнут и фиксация не обеспечится.



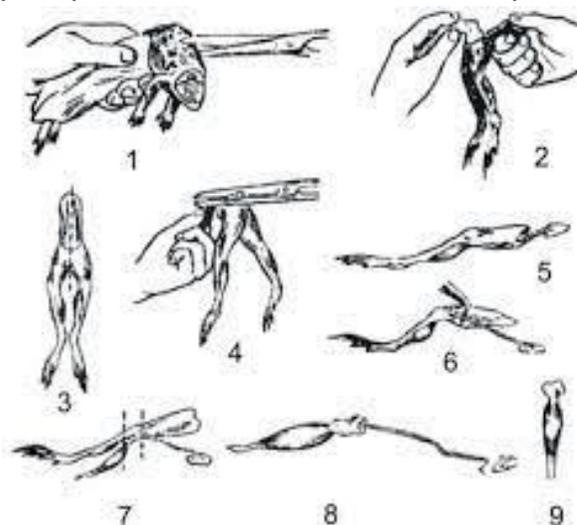
**Рис. 24.** Фиксация лягушки на пробковой пластинке

#### **Работа №4. Приготовление нервно-мышечного препарата и воздействие на нее различными методами**

**Необходимы для работы:** лягушка, марлевая салфетка, ножницы, препаровальная игла, раствор Рингера.

**Ход работы:** 1. Под нервно-мышечным препаратом понимается препарат, состоящий из седалищного нерва и икроножной мышцы лягушки. Чтобы приготовить нервно-мышечный препарат лягушку обездвиживаем введением препаровальной иглы в позвоночный канал и разрушаем спинной, а затем и головной мозг. Затем заворачиваем лягушку в марлевую салфетку так, чтобы передняя часть туловища была свободной. Удерживая лягушку за задние конечности, ножницами перерезаем позвоночник на 1 см выше изгиба, который образуется при вертикальном положении задних лапок. Удаляем, подрезая кожу и внутренности, всю переднюю часть. В руке остаются задние лапки с тазом и небольшим остатком позвоночника. Прочно захватив остатки позвоночника анатомическим пинцетом, стягиваем кожу с задних лапок, как колготки с ребенка. Кладем лапки на пластинку для препаровки дорсальной поверхностью вниз и смачиваем их раствором Рингера. Удаляем остатки внутренних органов и осторожно разрезаем остаток позвоночника по средней линии. Удаляем копчиковую кость. После этого отделяем правую лапку от левой, разрезав таз в лобковом сочленении. Продолжаем препаровку одной

из лапок, а вторую помещаем в раствор Рингера. Подводим браншу ножниц под пояснично-крестцовое сплетение и отделяем тазовую кость от позвоночника. Сплетение должно остаться соединенным с позвоночником. Отпрепаровываем пояснично-крестцовое сплетение до тазобедренного сустава. Перемещаем препарат дорсальной стороной кверху. Разорвав препаровальной иглой фасцию и раздвинув двуглавую и полуперепончатую мышцы, находим седалищный нерв на бедре. Поддерживая пинцетом остаток позвоночника, отпрепаровываем нерв на всем протяжении, осторожно подрезая его ветви. Удаляем все ткани выше коленного сустава за исключением седалищного нерва. Таким образом получаем препарат «седалищный нерв-мышцы лапки». Этот препарат позволяет наблюдать сокращения мышц.



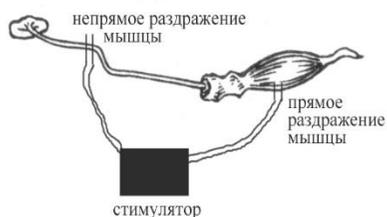
**Рис.25.** Стадии приготовления нервно-мышечного препарата (седалищный нерв - икроножная мышца) и изолированной икроножной мышцы

**2. Действие различных раздражителей на нервно-мышечный препарат лягушки. Механическое раздражение:** тупым концом пинцета слегка наносим удар на нерв. На каждый удар наблюдаем сокращение мышцы.

**Термическое раздражение:** для наблюдения термического раздражения необходимо прикоснуться нагретой металлической проволокой или иглой к нерву – мышца сокращается.

**Химическое раздражение:** положим на нерв несколько кристалликов поваренной соли; мышечное сокращение наступает поздно и наблюдается длительная ее дрожь. **Электрическое раздражение:** для этого нерв нервно-мышечного препарата набрасываем на электрод. При каждом замыкании и размыкании цепи наблюдаем сокращение мышц.

**3.Регистрация порога раздражения.** Сила раздражения, необходимая для приведения ткани в состояние возбуждения, служит одним из показателей, характеризующих данную ткань. Наименьшая сила раздражения, которая вызывает эффект, называется пороговой.

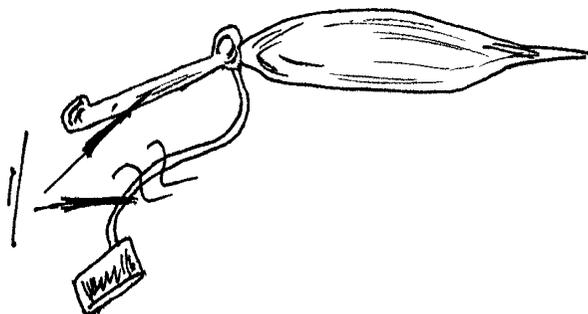


**Рис.26.** Раздражение мышцы

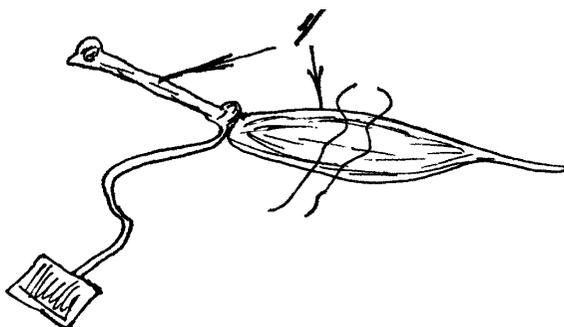
Чтобы определить порог раздражения, нерв нервно-мышечного препарата кладем на электроды. Силу тока на стимуляторе движением ручки ставим на «0» и медленно к препарату посылает замыкательный или размыкательный ток. Записываем высоту сокращения мышцы на неподвижном кимографе, сдвигая его барабан на 3-5 мм после записи каждого сокращения. Раздражение наносим не часто, после каждого раздражения ждем 1-1,5 мин. Находим ту силу раздражения, при которой мышца отвечает максимальным сокращением. При дальнейшем увеличении силы раздражения сначала эффект не изменяется, а затем начинает уменьшаться. Полученные результаты оформляем.

#### **4. Прямое и косвенное раздражение мышц.**

Мышца на раздражение нерва или непосредственно самой мышцы отвечает сокращением. Непосредственное раздражение мышцы током называется прямым раздражением; если мышца возбуждается через нерв, то это косвенное раздражение. Раздражителем в обоих случаях можно взять любой физический агент. Для изучения физиологических закономерностей нервно-мышечного препарата в качестве раздражителя применяется электрический ток, так как он близок к естественному и в отличие от механических, термических и химических не повреждает живые ткани, легко и точно дозируется.



**Рис. 27.** Установка для регистрации непрямого порога раздражения



**Рис. 28.** Установка для регистрации прямого порога раздражения

Для наблюдения непрямого порога раздражения готовим нервно-мышечный препарат и укрепляем его в миографе, продевая верхний крючок миографа через сухожильную сумку коленного сустава, а крючок, прикрепленный к записывающему рычагу вкалываем в ахиллово сухожилие. Электроды ставим на мышцу и даем одиночное раздражение.

## **Вопросы для самоконтроля:**

1. Реактивность как общее свойство живых клеток.
2. Поляризация поверхностных мембран клеток. Понятие о мембранном потенциале.
3. Специализированная форма реактивности – возбудимость. Общая характеристика процесса возбуждения.
4. Раздражители, их виды.
5. Приборы для раздражения – индукционный аппарат и электронный стимулятор. Принципы их работы.

## **Работа № 5. Приготовление нервно-мышечного препарата и ее запись на миографе**

В отличие от других тканей, мышца способна сокращаться. Сокращение мышцы под действием раздражителя называется мышечным сокращением. Продолжительность и высота одиночного сокращения зависит от функционального состояния мышцы. Если при укорочении мышцы напряжение за время ее сокращения не меняется, то такой тип сокращения называется изотоническим. Если оба конца мышцы прочно фиксированы, мышца получив раздражение, не укорачивается; меняется ее напряжение, сначала оно возрастает, а потом падает. Такой тип сокращения называется изометрическим.

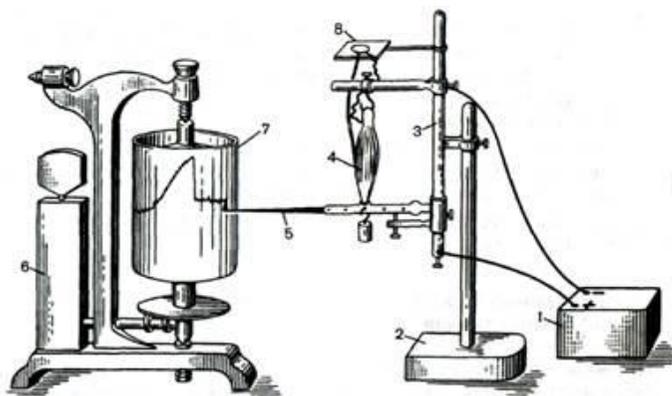
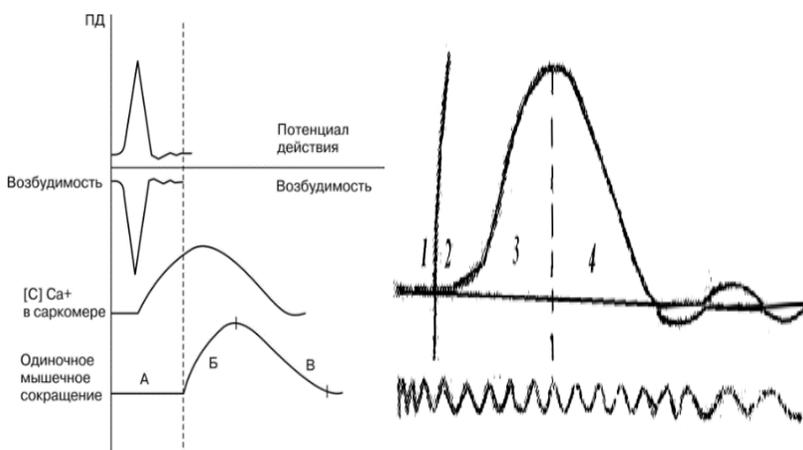


Рис. 29. Установка для работы с нервно-мышечным препаратом лягушки.

1— стимулятор УЭС-1; 2 — универсальный штатив; 3 — вертикальный миограф; 4 — мышца лягушки, фиксированная за бедренную кость; 5 — миографический рычажок; 6 — кимограф; 7 — барабан кимографа; 8 — столик-ванночка для размещения нерва с сегментом спинного мозга

В условиях организма в норме одиночное сокращение имеется только в сердечной мышце. Вся скелетная мускулатура сокращается тетанически. Для анализа сократительной способности мышцы необходимо воспроизведение одиночного сокращения, которое лежит в основе тетануса. Если раздражать мышцу серией импульсов с большим интервалом времени (один раз в сек), то она отвечает на каждый импульс одиночным сокращением, т.к. такой интервал достаточен для сокращения мышцы и полного ее расслабления. Если посылать импульсы с большей частотой (более 10 раз в сек) и меньшим интервалом, то возникает тетаническое сокращение. Различают тетанус зубчатый и гладкий. Если каждый новый

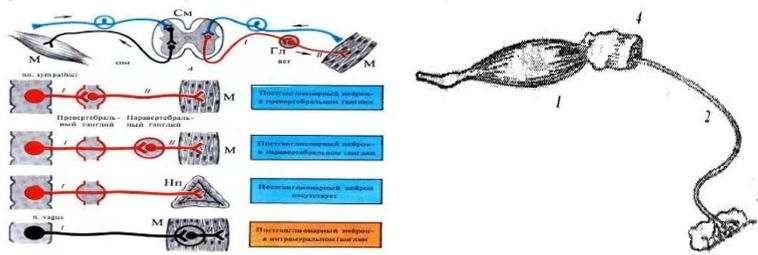
раздражающий импульс приходит когда мышца не полностью расслабилась после предыдущего сокращения, то форма тетануса зубчатая; если последующий импульс приходит в момент укорочения мышцы, тетанус становится сплошным, гладким. При раздражении нерва нервно-мышечного препарата двумя импульсами с таким интервалом между ними, при котором второй приходит к мышце во время повышенной ее возбудимости, происходит наложение кривых – суперпозиция. При этом на второй импульс возникает сокращение большей высоты, чем на первый. Кривая мышечного сокращения фиксируется на миографе и называется миограммой. На миограмме различают латентный период (с момента раздражения до начала сокращения), период сокращения и расслабления.



**Рис. 30.** Кривая одиночного сокращения мышцы: 1-момент раздражения, 2-латентный период, 3- период-сокращения, 4-период расслабления

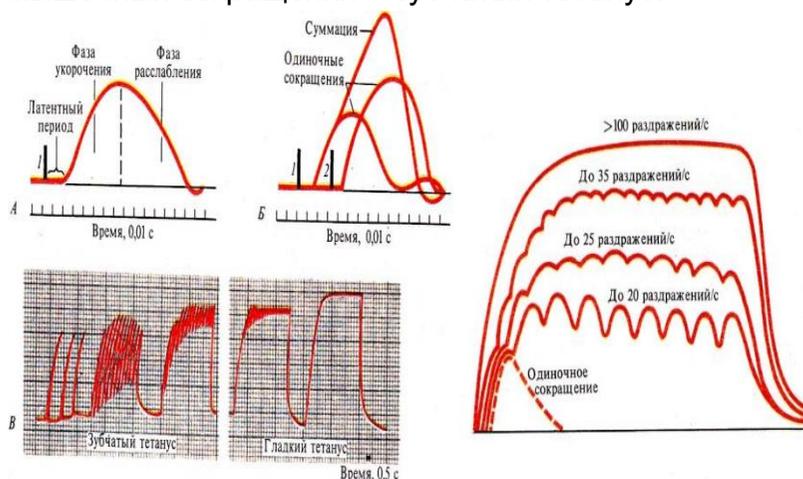
**Необходимо для работы:** препаровальный набор, нитки, раствор Рингера, пипетки, кимограф, изотонический и изометрический миографы, штатив с муфтами, стимулятор, электроды, провода, лягушка.

**Ход работы:** Готовим нервно-мышечный препарат. Бедренную кость укрепляем в зажиме электродов. Нерв кладем на электроды. Ниткой соединяем ахиллово сухожилие с миографом. Устанавливаем рычаг миографа в горизонтальном положении. Подбираем силу раздражения, вызывающую при замыкании и размыкании максимальные сокращения мышцы, одинаковые по высоте. Приводим барабан кимографа в свободное вращение, при этом писчики должны чертить непрерывные горизонтальные линии. Замыкаем ключ, идет запись одиночного мышечного сокращения, а под ней отметка времени. Начало колебаний отметчика соответствует моменту нанесения раздражения. Пускаем кимограф с большой скоростью; замыкаем и сразу же размыкаем ключ. При этом на барабане записывается кривая суммации двух одиночных сокращений.



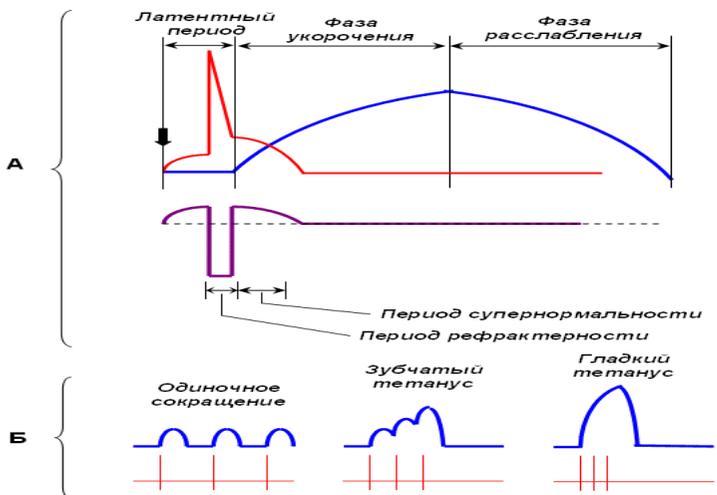
**Рис. 31.** Схема нервно-мышечного препарата для миографа:  
1. Мышца, 2. Сидалишный нерв, 3. Часть позвоночника, 4. Часть бедра

На этом же препарате получаем зубчатый тетанус. Для этого раздражаем мышцу серией импульсов частыми повторными замыканиями и размыканиями ключа. Пускаем кимограф, пользуясь электронным стимулятором, подбираем частоту стимулов 10-20 в сек. Раздражаем нервно-мышечный препарат. Возникает несовершенная суммация ряда одиночных мышечных сокращения – зубчатый тетанус.

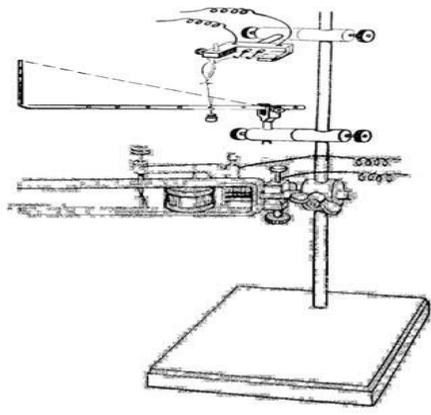


**Рис. 32.** Миограмма мышечного сокращения: 1-одиночное сокращение, 2-зубчатый тетанус, 3-гладкий тетанус, 4-оптимальная суперпозиция или суммация

Для получения гладкого тетануса мышцы раздражаем нерв с частотой 50 колебаний в сек. Приводим во вращение барабан кимографа. Замыкаем и через некоторое время размыкаем ключ. Раздражаем нервно-мышечный препарат в течение 1-2 сек; возникает гладкий тетанус.



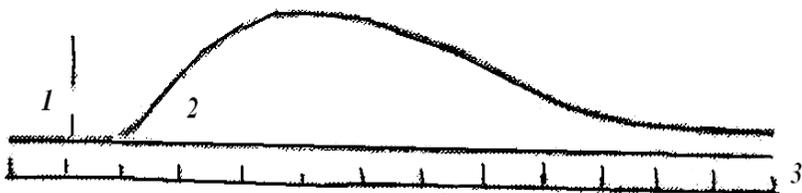
**Рис.33.** Характеристика одиночного мышечного сокращения. Происхождение зубчатого и гладкого тетануса. (А – фазы и периоды мышечного сокращения, Б – режимы мышечного сокращения, возникающие при разной частоте стимуляции мышцы). **Изменение длины мышцы** показано синим цветом, **потенциал действия в мышце** - красным, **возбудимость мышцы** - фиолетовым.



**Рис. 34.** Установка для регистрации одиночного сокращения скелетной мышцы

## **ЗАПИСЬ КРИВОЙ ОДИНОЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ ГЛАДКОЙ МЫШЦЫ.**

Гладкая мускулатура в организме высших животных и человека образует средний слой стенок полых внутренних органов, входит в состав стенок сосудов, выводных протоков желез и т.д. Участие в медленно и непрерывно протекающей работе внутренних органов требует от гладких мышц иных свойств по сравнению с сердечной мышцей или скелетной мускулатурой. Основной особенностью гладких мышц является способность к длительным тоническим сокращениям (напр., мышцы стенок артерий и артериол, мышцы сфинктеров), которые могут иметь также ритмический характер (напр., мышцы кишечника). Возбудимость гладких мышц ниже, чем скелетных или сердечной мышцы. Их пороги раздражения выше, латентный период больше (0,25-3 сек), а период одиночного сокращения может длиться от нескольких секунд до 1-2 минут. Медленная сократительная деятельность сочетается у гладких мышц с большой силой и способностью противостоять растяжению, на которое они отвечают активным сокращением или повышением тонуса. Характерной особенностью гладких мышц является также их способность реагировать не только на нервные, но и на гуморальные влияния, причем к некоторым биологически активным веществам они обладают высокой чувствительностью.



**Рис. 35.** Миограмма мышцы желудка лягушки: 1-момент одиночного раздражения, 2-миограмма, 3- отметка времени в 10 сек.

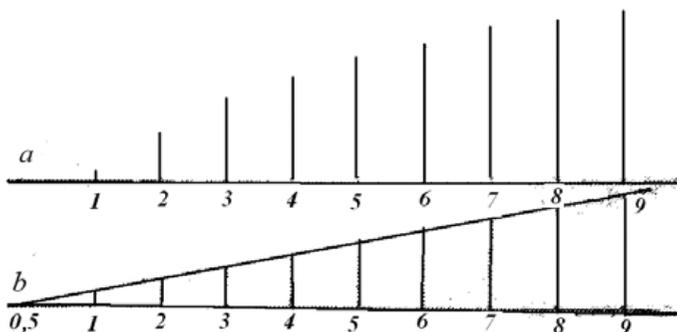
**Необходимо для работы:** стимулятор, вертикальный миограф, кимограф, препаративный набор, раствор Рингера, пипетка, лягушка.

**Ход работы:** Вскрываем брюшную полость лягушки и извлекаем желудок. Вырезаем из него кольцо шириной 4-5 мм. Кольцо рассекаем и с полученной полоски снимаем слизистую оболочку. Сближаем горизонтальные штанги миографа в соответствии с длиной полоски. Если длина полоски недостаточна, один из концов ее укрепляем к крючку миографа с помощью тонкой проволоки. Кимограф переводим на самую низкую скорость и приступаем к записи. Из-за того, что возбудимость гладкой мышцы низкая, прибегаем к сильному раздражению. При этом пользуемся импульсами большой длительности (5-10 мсек) и амплитуды (30-50 в). Сильный раздражитель вызывает повреждение ткани и потому запись необходимо сделать на первое раздражение. Как только миограмма на первое раздражение будет записана, надо повторить опыт, применив в качестве раздражителя короткое ритмическое раздражение.

## **Работа № 6. Зависимость высоты мышечного сокращения от силы раздражителя**

Скелетные мышцы по своему строению и свойствам отличаются от сердечной мышцы. Минимальная сила раздражения вызывает пороговое (минимальное) сокращение мышцы. При увеличении силы стимула амплитуда сокращения мышцы на каждый одиночный удар тока будет возрастать, т.к. в реакцию будет вовлекаться все большее и большее число волокон. В какой-то момент дальнейшее увеличение силы стимула не вызовет роста амплитуды сокращения мышцы. Это наступит тогда, когда сила раздражения будет достаточной, чтобы вовлечь в реакцию все мышечные волокна. На действие такого максимального раздражителя мышца отвечает максимальным сокращением. Раздражители от пороговых до максимальных называют субмаксимальными; на их действие мышца отвечает субмаксимальным сокращением.

**Необходимо для работы:** препаративный набор, стимулятор, электромиограф, кимограф, универсальный штатив, электроды, пробковая дощечка, пинцет, булавки, ножницы, пипетки, спиртовка, 0,6% физраствор, вата, холодный физраствор, лягушка.



**Рис.36.** Кривая мышечного сокращения во время изменения силы раздражителя: а -запись мышечных сокращений; 1-минимальное сокращение; 2-6-субминимальное сокращение; 7-9-максимальное сокращение; б-схема возрастания силы раздражителя (сила раздражителя в условных единицах); 0,5-подпороговый раздражитель; 1-максимальный раздражитель; 2-6-субмаксимальный раздражитель; 7-максимальный раздражитель; 9-10-выше максимального раздражителя

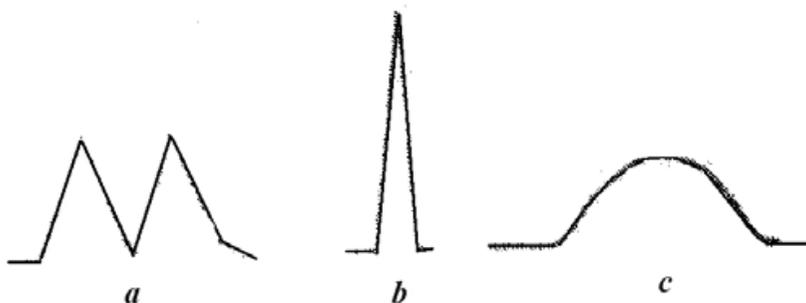
**Ход работы:** 1.Готовим нервно-мышечный препарат, укрепляем его к миографу и на электроды накидываем седалищный нерв. Находим минимальную силу раздражителя ручкой стимулятора и записываем кривую одиночного сокращения. Затем увеличиваем силу раздражителя и в ответ на действие различной силы раздражителя получаем миограмму сокращения. Закон соотношения сил отмечается при субмаксимальном раздражении. При увеличении силы раздражителя до определенного уровня.

2.Влияние температуры на одиночное мышечное сокращение. Известно, что с повышением температуры внешней среды в организме изменяются биохимические и биофизические процессы. Сокращение мышцы вызывает ряд особых

биохимических реакций. При температуре внешней среды  $40^{\circ}\text{C}$  интенсивность биохимических процессов повышается, а при охлаждении мышцы до  $3^{\circ}\text{C}$  высота мышечного сокращения снижается, время сокращения увеличивается, латентный период удлиняется.

**Необходимо для работы:** миограф, электромиограф, штатив, электроды, пробковая дощечка, ножницы, пинцет, булавки, пипетки, 0,6% физраствор, спиртовка, холодный физраствор, вата, лягушка.

**Ход работы:** Готовим нервно-мышечный препарат, укрепляем его в миографе, седалищный нерв набрасываем на электроды. В условиях комнатной температуры раздражаем мышцу одиночной силой тока и наблюдаем ее сокращение. Затем на мышцу наносим по каплям физраствор, подогретый до  $40^{\circ}\text{C}$  и наблюдаем ее одиночное сокращение. Через 10 мин мышцу опускаем в холодный физраствор и регистрируем миограмму.



**Рис. 37.** Миограмма одиночного сокращения под влиянием тепла и холода: а-при комнатной температуре; б-во время тепловой обработки; с-во время обработки халадным физраствором

### 3.Тетаническое сокращение мышц.

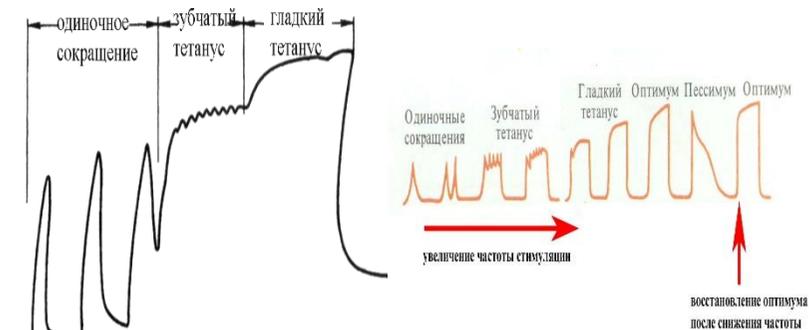


Рис. 38. Миограмма мышечного сокращения

### Работа № 7. Влияние груза на высоту одиночного мышечного сокращения

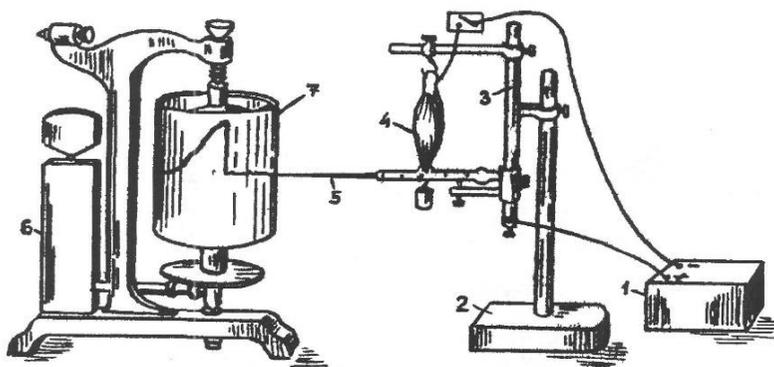
**Необходимо для работы:** препаровальный набор, мышечный зажим, штатив, изотонический миограф, подпорка для миографа, кимограф, стимулятор, провода, набор грузов (25, 50, 100, 200, 300 г), циркуль, раствор Рингера, прочные нитки, лягушка.

**Ход работы:** 1.Изучаем силу и работу мышц. Разрушаем у лягушки мозг. Отделяем задние конечности от туловища, перерезав позвоночник. Снимаем кожу с лапок. Перерезаем голени ниже коленных суставов. Затем осторожно раздвигаем мышцы бедра, обнажаем средние части бедренных костей и вырезаем их на протяжении 4-6 мм. После этого прочно фиксируем тазовые кости в мышечном зажиме. Толстой ниткой обвязываем препарат над коленными суставами. Соединяем нитку с

изотоническим миографом. Устанавливаем миограф горизонтально и укрепляем под ним подпорку, препятствующую движению миографа вниз и растяжению мышц. Собираем цепь для раздражения ритмическим током (50 периодов в сек.). Конец провода от стимулятора присоединяем к клемме мышечного зажима. Другой провод с помощью тонкой проволоки соединяем с мышцами у места их прикрепления к миографу. Производим запись на остановленном барабане. После каждой записи барабан поворачиваем рукой для получения очередной миограммы на новом месте. Все раздражения должны быть краткими (1 сек), чтобы исключить утомление мышц.

**2. Раздражаем мышцы без нагрузки током максимальной силы.** Если амплитуда записи чрезмерно велика или мала, уменьшаем или увеличиваем длину короткого плеча миографа. Записываем амплитуду изотонического сокращения мышц в виде вертикального штриха. Подвешиваем к миографу у места прикрепления мышц небольшой груз (25 г). Раздражаем мышцы током той же силы. Под графиком записываем массу груза. Продолжаем опыт постепенно увеличивая отягощение (50, 75, 100, 200 г и т.д.) до прекращения укорочения мышц. Теперь мышцы сокращаются в изометрических условиях. Максимальный груз, который могут поднять мышцы, характеризует их силу. Если измерить площадь поперечного сечения изучаемых мышц, то можно рассчитать силу этих мышц на  $1 \text{ см}^2$  их поперечника,

т.е. определить абсолютную (удельную) силу.



**Рис.39.** Установка для регистрации высоты одиночного мышечного сокращения под влиянием груза. (1.стимулятор УЭС-1, 2. универсальный штатив, 3.вертикальный миограф, 4.мышца лягушки, фиксированная за коленный сустав (сверху) и пяточное сухожилие (снизу), 5.подвижное плечо миографа, 6.кимограф, 7.барабан кимографа)

**3.** Вычисляем работу мышц при различных нагрузках по формуле:  $A = P \times h$ , где  $A$ -работа,  $P$ -масса груза,  $h$ -высота поднятия. Составляем таблицу и строим два графика, отложив по оси абсцисс нагрузку, а по оси ординат: 1) укорочение мышц и 2) работу.

*Мышечная система лягушки*



**Рис.40.** Типы строения различных мышц

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Приготовление нервно-мышечного препарата
2. Порог раздражения, его отношение к возбудимости
3. Проводимость, ее значение
4. Сократимость. Зависимость силы сокращения мышц от силы раздражения

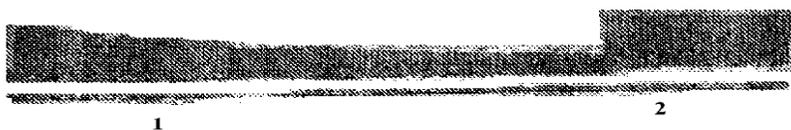
### **Работа № 8. Утомление мышцы. Эргография.**

Утомление мышцы можно вызвать, раздражая ее в течение длительного времени. Лучше пользоваться частотой 40-50 ударов в минуту. При меньшей частоте утомление не наступает в течение длительного времени, большая частота может дать не одиночные, а суммированные сокращения. Утомление мышцы характеризуется увеличением длительности сокращения, уменьшением амплитуды и появлением контрактуры, т.е. неполного расслабления мышцы после каждого ее сокращения, вследствие чего кривая по мере развития утомления все больше и больше отходит от исходного уровня. При полном утомлении мышца перестает сокращаться.

**Необходимо для работы:** груз массой 5 и 7 кг, эргограф Массо, гири массой 2 и 5 кг.

**Ход работы:** 1. Студент встает спиной к доске, вытягивает руку вдоль доски и отмечает на ней уровень расположения руки. Затем он берет груз массой 5 кг и держит его на вытянутой руке. Наблюдаем за состоянием руки: через некоторое время она опустится, затем поднимется до исходного

положения и снова опустится совсем. Отмечаем время, в течение которого развивалось утомление. После длительного отдыха продолжаем эксперимент с этим же студентом, предложив ему поднимать и опускать груз с частотой 10 раз за 1 минуту, а затем – 10 раз за 3 минуты. Отмечаем, в каком случае утомление разовьется быстрее. Повторим эксперимент с грузом 7 кг. Результаты оформим.



**Рис. 41.** Утомление изолированной мышцы под действием непрямого (1) и прямого (2) раздражения

2. С использованием эргографа. Нижнюю часть предплечья и кисть укрепляем в специальном держателе так, чтобы они плотно фиксировались и не могли помогать сокращению указательного пальца, на который надета специальная петля, соединенная с грузом (гиря массой 5 кг). Замечаем время и предлагаем студенту поднимать и опускать груз пальцем (сокращая его) с частотой 60 сокращений за 30 сек. до состояния утомления. Затем уменьшаем частоту сокращений до 30 раз за 30 сек. (с тем же грузом). Подсчитываем работу мышц указательного пальца по формуле:  $A = g \times M \times H$ , где  $A$  – работа,  $g$  – ускорение свободного падения ( $9,8 \text{ м/сек}^2$ ),  $M$  – масса поднимаемого груза (кг),  $H$  – высота, на которую поднимается груз (м). Теперь увеличиваем груз до 7 кг, частоту сокращений оставляем прежней и

убеждаемся, что утомление развивается быстрее. Делаем вывод о влиянии массы груза и скорости сокращения на развитие утомления. Результаты оформляем.

### **Работа № 9. Законы проведения импульсов по нервным и мышечным волокнам**

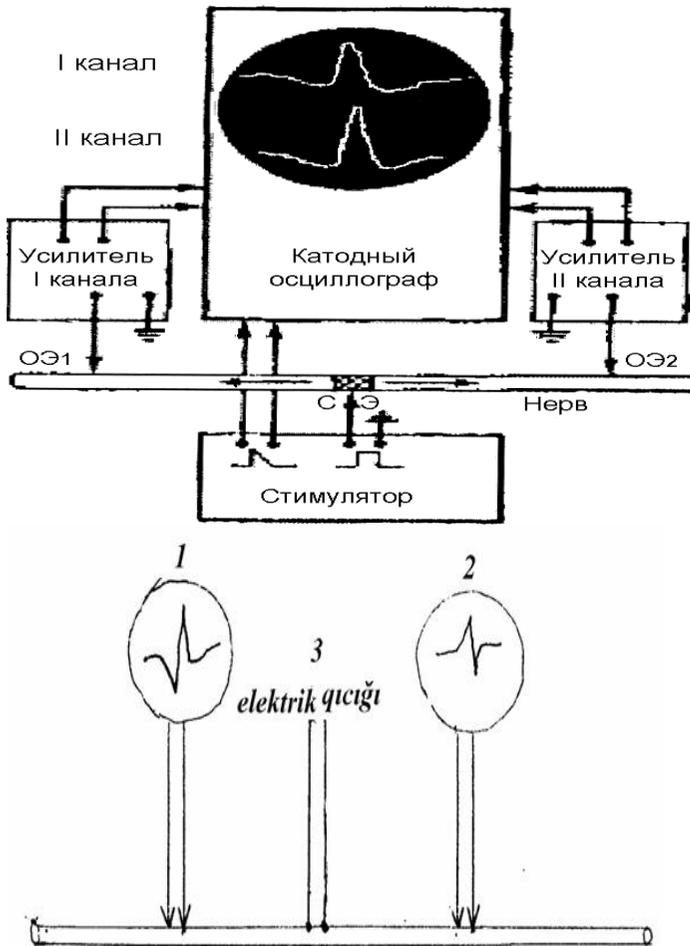
Для возникновения возбуждения необходимо действие раздражителя, сила которого превышает некоторую минимальную (пороговую) величину. Однако возникновение возбуждения находится в зависимости и от других свойств раздражителя: скорости (крутизны), его изменения во времени, направление тока при электрическом раздражении, длительности действия раздражителя. В качестве раздражителя для обнаружения законов раздражения используют постоянный электрический ток. Живые ткани являются проводниками второго рода, в которых электрические заряды переносятся путем перемещения катионов и анионов. Проходя через поверхностные мембраны живых клеток, обладающие высоким сопротивлением и свойствами емкостей (конденсаторов), постоянный ток изменяет разность потенциалов около мембраны. В области катода происходит уменьшение мембранного потенциала, которое называется деполяризацией. Сдвиг мембранного потенциала в сторону деполяризации обычно сопровождается повышением возбудимости нервных и мышечных волокон. При

достижении критического уровня деполяризации наступает возбуждение. В области анода разность потенциалов около мембраны, наоборот, увеличивается, развивается гиперполяризация. При этом возбудимость снижается. Подобные изменения состояния клеточных мембран постоянно происходят в организме под действием разностей электрических потенциалов, которые возникают в клетках, а также под действием на мембраны медиаторов, освобождающихся в синапсах.

**Необходимо для работы:** 2-х канальный осциллограф, стимулятор, раздражающие и проводящие электроды, ножницы, пинцет, пробковая дощечка, стеклянная пластинка, нитки, булавки, вата, 0,6% физраствор, раствор аммиака.

**Ход работы:** 1. **Двустороннее проведение возбуждения по нервному волокну.** Готовим 2 нервно-мышечных препарата. К нервному волокну прикладываем 2 пары электродов, связанных с электроизмерительными приборами. На одну из них помещаем седалищный нерв, ближе к позвоночнику, на другую – седалищный нерв в нижней части бедра или большеберцовый нерв. Для раздражения используем импульсы электронного стимулятора. Раздражение наносим между электродами 1 и 2 с помощью раздражающих электродов. В результате двустороннего проведения возбуждения вдоль клеточной мембраны на экране осциллографа восходяще-нисходящими лучами регистрируется прохождение нервных импульсов как под электродом

1, так и под электродом 2.



**Рис. 42.** Осцилограмма двустороннего проведения возбуждения (Схема установки для доказательства двустороннего проведения возбуждения по нерву) : 1,2 - проводящие электроды, 3 - раздражающие электроды

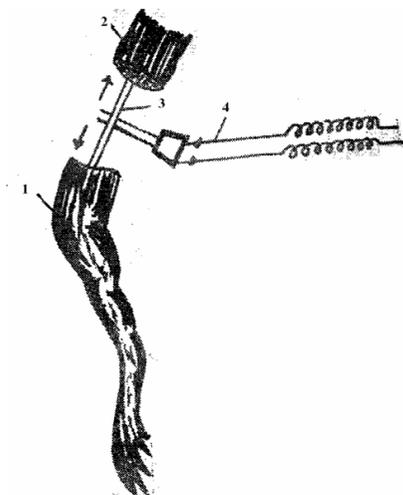
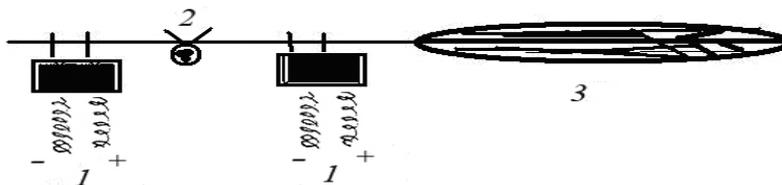


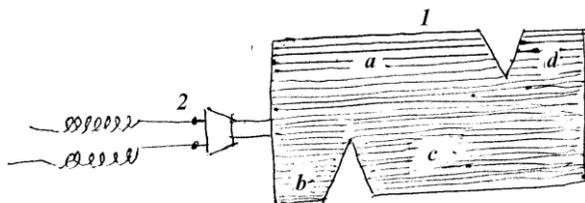
Рис.43. Схема двустороннего распространения возбуждения: 1-мышцы бедра, 2-мышцы голени, 3-седалищный нерв, 4-раздражающие электроды

**2. Закон физиологической непрерывности нервного волокна.** Кладем нерв нервно-мышечного препарата на электроды, раздражаем его и наблюдаем сокращение мышц. Кладем на нерв между электродами и мышцей ватный фитилек, смоченный раствором аммиака и следим, чтобы аммиак не растекался по нерву. Раздражаем нерв через каждую минуту и отмечаем, через какое время прекратятся мышечные сокращения. Помещаем электроды на участок нерва между местом отравления и мышцами. Следим за реакцией мышцы на раздражение. Снимаем ватку с аммиаком и переносим электроды на прежнее место. В течение 3-5 мин отмываем нерв раствором Рингера и наблюдаем восстановление проводимости. После этого перевязываем нерв между электродами и мышцами. После перевязки при раздражении нерва мышцы не сокращаются.



**Рис. 44.** Схема закона гистологической или физиологической проводимости возбуждения: 1-раздражающие электроды, 2-проведение лигатуры, 3-мышца

**3. Закон изолированного проведения возбуждения.** В состав каждого нерва входит большое количество афферентных и эфферентных волокон. В состоянии возбуждения может находиться только часть волокон, т.к. импульсы, распространяясь по нервному волокну, не переходят на соседние волокна. Изолированное проведение возбуждения обеспечивает миелиновая оболочка. Электроды на общем стволе седалищного нерва присоединяем к стимулятору и раздражаем. Возникает тетанус обеих мышц. Нервные импульсы распространяются по раздражаемым нервным волокнам, не передаваясь на волокна, снабжающие трехглавую мышцу бедра.



**Рис.45.** Схема опыта закона проводимости возбуждения в 1) мышце, а) изолированном нерве: 1-мышца (а, b, с, d - части мышцы), 2-раздражающие электроды

Если бы возбуждение переходило от одного волокна к другому в составе седалищного нерва, то наблюдаемое разнообразие движений не имело бы места. Работу оформляем и делаем выводы.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Структура поперечнополосатых мышц (волокна, миофибриллы, протофибриллы); моторная (двигательная) единица
2. Одиночное сокращение. Условия его возникновения, длительность и фазы; особенности в раннем онтогенезе
3. Мышцы с быстрыми и медленными сокращениями («белые», «красные»). Дифференцировка мышц, с разной скоростью сокращений в онтогенезе.
4. Тетанические сокращения. Суперпозиция одиночных сокращений. Виды тетануса- зубчатый и гладкий
5. Изменение возбудимости мышц после одиночного возбуждения (фазы рефрактерности и супернормальности). Соотношение во времени с кривой одиночного сокращения
6. Зависимость высоты тетануса от частоты раздражения. Явление оптимума и пессимума.
7. Конрактура мышц. Ее отличия от одиночных и тетанических сокращений. Условия возникновения конрактур.
8. Механические условия мышечных сокращений: изотонические, изометрические и рабочие

- 9.Общая и удельная сила мышц. Ее изменения в раннем онтогенезе.
- 10.Работа мышц. Ее определение. Эргография
- 11.Зависимость укорочения и работы мышц от нагрузки. Закон средних нагрузок
- 12.Зависимость напряжения, развиваемого мышцей, от ее исходной длины
- 13.Механизм мышечного сокращения. Теория скольжения
- 14.Энергетика мышечного сокращения. Сокращение и теплопродукция мышц в аэробных и анаэробных условиях
- 15.Утомление, его причины. Различия в скорости развития утомления мышечных волокон, нервно-мышечной передачи, двигательных нервных волокон и центров

## **Работа № 10. Биоэлектрические явления в возбудимых тканях**

Разности электрических потенциалов в организме обусловлены различием концентраций положительно и отрицательно заряженных ионов около биологических мембран. Биопотенциалы являются видом концентрационных потенциалов. Особенно большое значение в их происхождении имеют поверхностные мембраны клеток, обладающие избирательной проницаемостью для ионов. В результате возникает разность потенциалов между внутренней и наружной поверхностью мембраны (мембранный потенциал). Внутренняя поверхность

мембраны заряжена отрицательно. По отношению к нервным и мышечным клеткам эта разность потенциалов называется потенциалом покоя, который обусловлен диффузией из клеток ионов калия. Изменения потенциала покоя прямо пропорциональны силе вызвавшего их воздействия и имеют местный характер. Кроме этого мембраны клеток содержат калиево-натриевый насос, переносящий ионы калия и натрия против разности их концентраций. Возбуждение нервных и мышечных клеток сопровождается кратким, но сильным повышением проницаемости мембраны для ионов натрия, в результате чего возникают потенциалы действия. Амплитуда потенциалов действия клетки в данных условиях одинакова и не зависит от силы раздражителя (закон «все или ничего»). Таким образом потенциалы действия обеспечивают незатухающее проведение возбуждения. Разность потенциалов возникает между участками мембраны одной клетки.

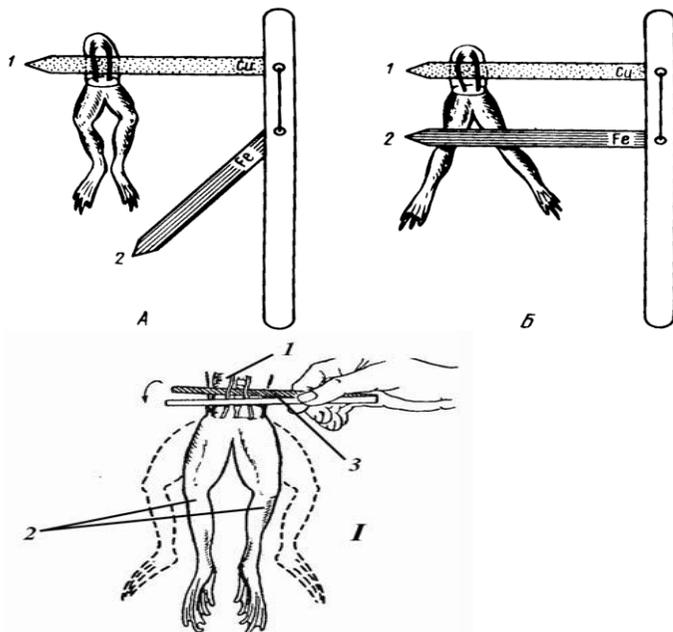
### **Потенциалы покоя и действия**

Потенциалы покоя и действия можно обнаружить с помощью простых опытов, предложенных Л.Гальвани и К.Маттеуччи.

#### **1. Первый опыт Л.Гальвани (с металлом).**

Гальвани на основании этого опыта показал наличие «животного электричества». Однако А.Вольта показал, что причиной сокращения мышцы в данном случае является электрический ток, возникший в результате

появления разности потенциалов между двумя различными металлами; это открытие послужило исходным пунктом для создания вольтова столба и гальванических элементов.



**Рис. 46.** Первый опыт Гальвани: 1-каудальная часть и нервы позвоночника, 2-задние конечности, 3-гальванический пинцет с медным и цинковым браншами

**Необходимо для работы:** лягушка, гальванический пинцет, препаровальный набор.

**Ход работы:** Разрушаем мозг лягушки. Перерезаем туловище кпереди от сочленения позвоночника с костями таза и удаляем переднюю часть тела. Снимаем кожу с задних лапок; удаляем кости таза, копчиковую кость и остатки внутренностей. Кладем корешки пояснично-крестцового сплетения на медную

или цинковую браншу гальванического пинцета. Второй браншой касаемся тканей бедра. В момент прикосновения возникает сокращение мышц лапок. Какова причина раздражающего действия биметаллического пинцета?

## 2. Второй опыт Л.Гальвани (без металла).

**Необходимо для работы:** лягушка, препаровальный набор, стеклянная палочка или резиновая пластинка, стеклянный крючок для препаровки нерва.

**Ход работы:** Готовим нервно-мышечный препарат. Кладем его на пластинку, ножницами надрезаем мышцу. При помощи стеклянного крючка быстро набрасываем нерв на мышцы бедра таким образом, чтобы он одновременно коснулся поврежденной и неповрежденной поверхностей мышцы. Мышцы голени при этом сокращаются. Эксперимент получается в том случае, если нерв сохранил высокую возбудимость, а мышцы бедра только что перерезаны.

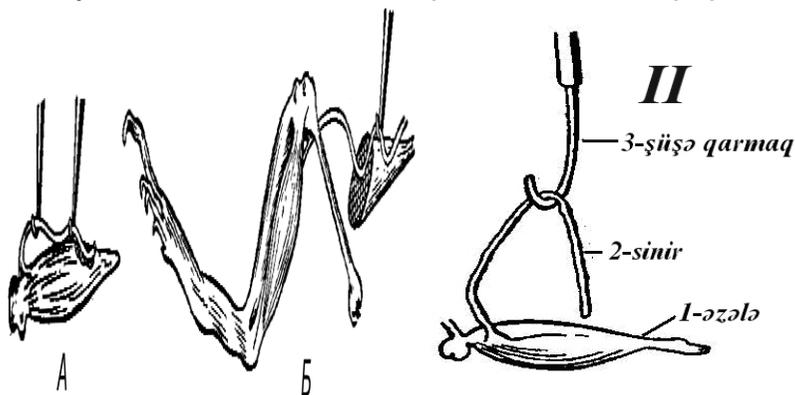
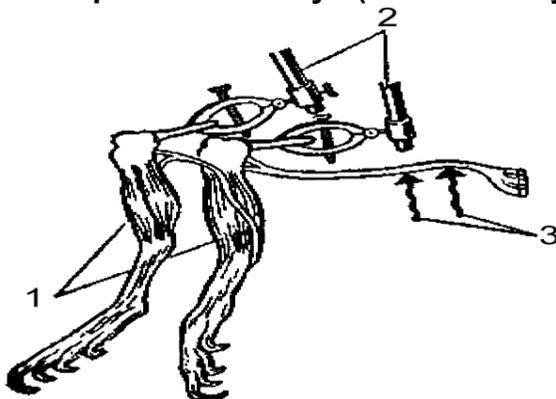


Рис. 47. Второй опыт Гальвани: 1-мышца, 2-нерв, 3-стеклянный крючок



**Рис. 48.** Схема второго опыта Гальвани: 1 - отрезок мышцы, 2 - нервно-мышечный препарат, 3 - стеклянный крючок

### 3. Вторичный тетанус (опыт Маттеуччи).



**Рис. 49.** Схема опыта Маттеуччи: 1 – нервно-мышечные препараты лягушки; 2– держатели; 3 – раздражающие электроды

Этот опыт является классическим подтверждением того, что при возбуждении ткани возникает ток действия.

**Необходимо для работы:** лягушка, стеклянная или резиновая пластинка, аккумулятор, ключ, стимулятор, электроды, препаровальный набор.

**Ход работы:** Для работы используем два нервно-мышечных препарата; нерв одного накладываем на

мышцу другого препарата. Ритмическим раздражением нерва приводим мышцу в состояние тетануса. При этом токи действия, которые возникают в сокращающейся мышце первого препарата становятся раздражителем для второго нервно-мышечного препарата. Из опыта видно, что тетаническое сокращение мышцы первого препарата протекает непрерывно, а возбуждение в нем носит прерывистый характер, так как только ритмическое прерывистое раздражение приводит мышцу второго препарата в состояние сокращения.

### **Работа № 11. Поляризующие и неполяризующие электроды**

Пропускание постоянного тока через обычные металлические электроды легко вызывает поляризационный ток. Это объясняется тем, что при пропускании гальванического тока через нерв происходит электролиз и  $H^+$  скапливаются около катода, а ионы кислорода – около анода. Возникший поляризационный ток (ток обратного направления) ослабляет действие раздражающего тока. Увеличение концентрации  $H^+$  на катоде губительно действует на ткани. Поэтому при работе с постоянным током применяют неполяризующиеся электроды.

**Необходимо для работы:** провод, стеклянные трубочки диаметром 4-5 мм, длиной 4-5 см; 2 стеклянных сосуда; 2 цинковые пластинки длиной 3-4 см; насыщенный раствор; белая глина; ножницы,

пинцет, стимулятор, цинковые электроды, физраствор, вата, лягушка.

**Ход работы:** Неполяризующие электроды представляют собой стеклянные трубочки, снизу замазанные белой глиной, замешанной на физрастворе. Сверху в трубочки вставляются металлические пластинки и наливается раствор соли того же металла, из которого сделаны пластинки. Чаще всего используют цинковые или медные пластинки и соответственно цинковый или медный купорос. Снизу в глину, заполняющую стеклянные трубочки, вставляется ватный фитилек, смоченный физраствором. Нерв препарата накладывается на ватные фитильки. При работе с такими электродами поляризация на полюсах не возникает. Во время опыта башмачки должны быть влажными и находиться друг от друга на расстоянии 10-15 мм.

## **ЗАКОНЫ РАЗДРАЖЕНИЯ**

Для возникновения возбуждения решающее значение имеет сила раздражителя. Чем больше сила раздражителя, тем выше (до определенных пределов) ответная реакция со стороны возбудимой ткани – закон силы раздражения. Но не меньшее значение имеет и длительность действия раздражителя. Французский ученый Лапик создал учение о хронаксии как пороговом времени, необходимом для возникновения возбуждения в живой ткани. Хронаксия – наименьший промежуток времени, в течение

которого ток силой в 2 реобазы вызывает в ткани возбуждение. Чем меньше хронаксия, тем быстрее возникает возбуждение. Раздражитель может быть достаточно сильным, иметь пороговую деятельность, но низкую скорость нарастания во времени до пороговой величины, возбуждение в этом случае не возникает. Приспособление возбудимой ткани к медленно нарастающему раздражителю называется аккомодацией. Аккомодация обусловлена тем, что за время нарастания силы раздражителя в ткани развиваются активные изменения, повышающие порог раздражения и препятствующие развитию возбуждения. Таким образом, скорость нарастания раздражителя во времени, или градиент раздражения, имеет существенное значение для возникновения возбуждения. Чем выше градиент раздражения, тем сильнее и ответная реакция возбудимого образования (закон градиента раздражения).

### **Работа № 12. Закон градиента раздражения и явление аккомодации**

Градиент – это скорость (крутизна) нарастания силы раздражителя. Ответная реакция ткани зависит от градиента раздражителя до определенных пределов. Особенностью проводящей системы сердца является способность каждой клетки самостоятельно генерировать возбуждение, так как любая ее клетка обладает автоматией. При этом наблюдается градиент автоматии, который выражается в

убывающей способности к автоматии различных участков проводящей системы по мере их удаления от синоатриального узла. Пороговая сила тока увеличивается при уменьшении крутизны его нарастания, а при некоторой минимальной крутизне ответы на раздражение исчезают. При снижении крутизны до некоторого максимального уровня потенциал действия не возникает. Величина этого минимального градиента является мерой скорости аккомодации. При медленном нарастании силы раздражителя (небольшом градиенте) ответной реакции может не быть за счет аккомодации (идет приспособление ткани к раздражителю в результате постепенного повышения порога раздражения). В основе аккомодации лежат инактивация натриевой и повышение калиевой проводимости, развивающиеся во время медленно нарастающей деполяризации мембраны. Аккомодация различных нервных волокон варьирует в широких пределах; у двигательных нервных волокон скорость аккомодации значительно выше, чем у чувствительных волокон.

### **Работа № 13. Полярный закон возбуждения**

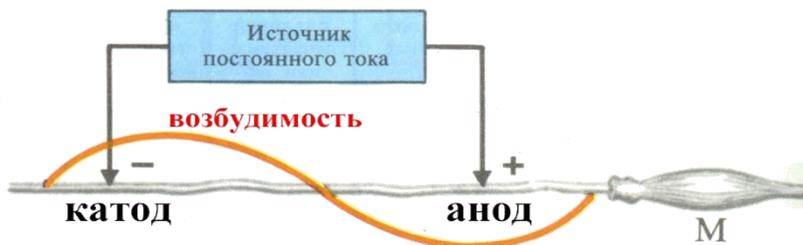
Установлено, что на раздражение нерва постоянным током мышца отвечает сокращением только в момент его замыкания и размыкания. Возбуждение возникает при замыкании тока в области приложения катода, где в этот момент возбудимость повышается, а при размыкании – в области приложения анода, что

связано с местным повышением возбудимости.

### Полярный закон возбуждения

**Таблица 3.**

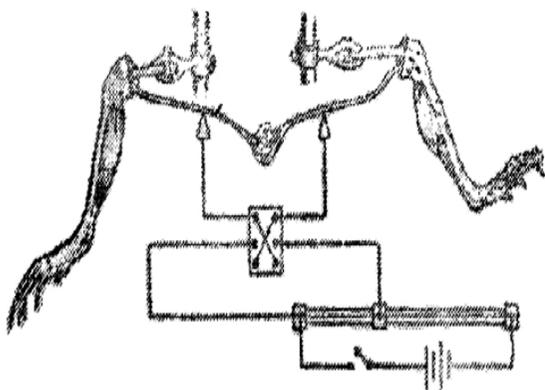
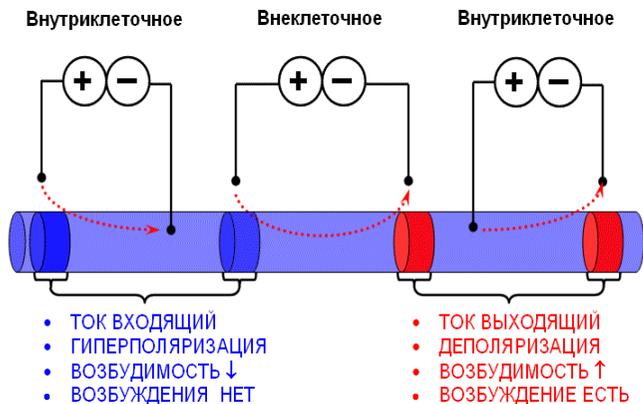
Условия опыта	Нисходящий ток		Восходящий ток	
	замыкание	размыкание	замыкание	размыкание
До отравления нерва	+	+	+	+
После отравления нерва	+	-	-	+



**Рис. 50.** Установка, изучающая полярное действие постоянного тока и электротон

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, лягушка, стимулятор, неполяризующиеся электроды, пробковая дощечка, электроды, ножницы, пинцет, булавки, штатив, лигатура, 0,6% физраствор, вата.

**Ход работы:** готовим нервно-мышечный препарат. Кладем электроды на нерв нервно-мышечного препарата так, чтобы они находились друг от друга на расстоянии 2-3 см. Определяем порог раздражения при замыкании и размыкании тока. Для дальнейшего раздражения пользуемся током средней силы, при которой интенсивность сокращения мышцы одинакова как при замыкании, так и при размыкании тока.

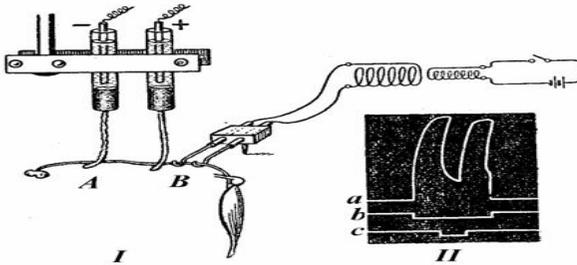


**Рис. 51.** Схема опыта, показывающая полярный закон под действием постоянного тока

## Работа № 14. Физиологический электротон

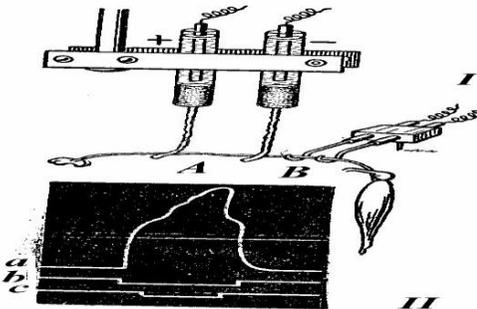
Изменения, происходящие в ткани в области приложения катода постоянного тока, называются катэлектротонном и выражаются в повышении возбудимости и улучшении проводимости этого участка нерва. Изменения, происходящие в области приложения анода, называются анэлектротонном, который характеризуется падением возбудимости и

замедлением проведения возбуждения.



**Рис. 52.** Установка для изучения анаэлектротона: 1 - схема размещения электродов: А- электроды для раздражения постоянным током; В-для раздражения ритмическим индукционным током; II-изменения тетанического сокращения мышцы в момент возникновения и исчезновения электротона: а-сокращение мышцы, б-отметка раздражения ритмическим током, с-отметка включения и выключения постоянного тока

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, стимулятор, вата, неполяризующиеся электроды, обычные электроды, пробковая дощечка, булавки, физраствор, лягушка.



**Рис. 53.**

Установка для изучения катэлектротона: 1- схема расположения электродов: А-электроды для раздражения постоянным током, В- для раздражения ритмическим индукционным током; II- изменение тетанического сокращения мышцы: а-сокращение мышцы, б-отметка раздражения ритмическим индукционным током, с-отметка включения постоянного тока

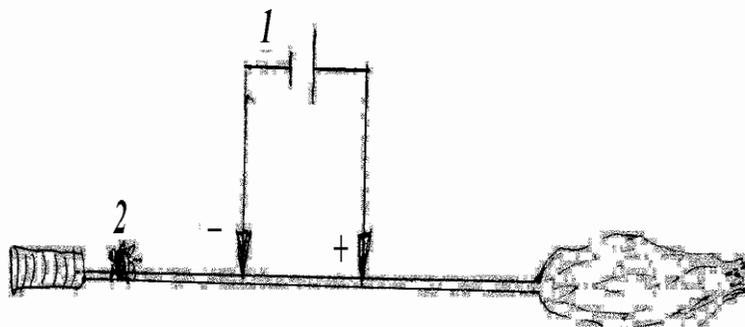
**Ход работы:** 1. Готовим нервно-мышечный препарат, размещаем его на пробковой дощечке и закрепляем на штативе. Для этого надо приколоть булавкой к дощечке головку бедренной кости у места соединения с мышцей. Для раздражения ритмическим индукционным током электроды прикладываем ближе к мышце; рядом с ними помещаем неполяризующиеся электроды для раздражения постоянным током.

Начнем исследовать изменения возбудимости нерва в области приложения анода и катода постоянного тока. О влиянии постоянного тока судим по изменению сокращения в момент замыкания постоянного тока. Находим наименьшую силу раздражителя, при которой возникает сокращение мышцы. Подбираем среднюю силу раздражителя постоянным током, при которой наблюдается сокращение одинаковой интенсивности в момент замыкания и размыкания тока. С помощью индукционного тока определяем пороговую силу раздражения. Фиксируем результат. Включаем постоянный ток и спустя 5-10 сек вновь определяем порог раздражения. Если порог не изменился, выжидаем еще 5-10 сек и вновь определяем порог раздражения. При действии на нерв постоянного тока в области катода пороговая сила раздражения уменьшается. Меняем направление постоянного тока, расположив ближе к мышце анод, около которого располагаем вилочковые электроды. Определяем пороговую силу индукционного тока.

Замыкаем цепь постоянного тока и через 5-10 сек вновь определяем пороговую силу раздражения.

2. Тетаническое сокращение скелетной мышцы отмечаем на кимографе, замыкаем постоянный ток в восходящем и нисходящем направлении. Если мышца находится ближе к катоду, высота тетанического сокращения увеличится; если мышца будет ближе к аноду, то высота тетанического сокращения снизится или мышца полностью расслабится.

3. Нерв нервно-мышечного препарата накладываем на неполяризующиеся электроды. Силу постоянного тока доводим до максимума. Затем замыкаем цепь постоянного тока и ближе к спинному мозгу на нерв кладем кристаллы хлористого натрия. Через некоторое время под действием химического раздражителя наблюдаем тетаническое сокращение препарата. Если ток обладает достаточной силой и пропускается длительное время то возбудимость и проводимость у анода резко уменьшается и исчезает. Происходит нарушение свойств нерва (Э.Пфлюгер).



**Рис. 54.** Схема физиологического электротона: 1-электроды постоянного тока, 2-кристаллы NaCl

## Работа № 15. Закон сокращения Пфлюгера

Неодинаковый эффект включения и выключения постоянного тока разной силы объясняется возникающими электротоническими изменениями. Если нерв нервно-мышечного препарата раздражать постоянным током небольшой силы, сокращение мышцы возникает только при замыкании тока, т.к. в этот момент на катоде происходит повышение возбудимости, достаточное для возникновения возбуждения. Повышение возбудимости, происходящее на аноде в момент размыкания тока, слишком мало, чтобы вызвать возбуждение, поэтому мышца не сокращается. При средней силе раздражения сокращение мышцы возникает не только в момент замыкания, но и в момент размыкания тока. Это связано с тем, что возбудимость на аноде значительно снижена во время прохождения тока, в момент его размыкания повышается в достаточной степени для того, чтобы вызвать волну возбуждения. При дальнейшем усилении постоянного тока сокращение мышцы в момент замыкания и размыкания в большей степени зависит от направления тока: при восходящем токе, когда анод расположен ближе к мышце, сокращение увеличивается при размыкании тока и уменьшается при замыкании тока, а при сильном раздражении полностью исчезает; при нисходящем токе, когда катод расположен ближе к мышце, сокращение мышцы увеличивается при замыкании тока и уменьшается, а

затем полностью исчезает при его размыкании. Такое уменьшение или исчезновение сократительного эффекта зависит от того, что возникшее возбуждение проходит через участок нерва с резко пониженной возбудимостью и проводимостью. При замыкании восходящего тока возникшее на катоде возбуждение встречает на пути область резко выраженного анэлектротона и тормозится. При размыкании нисходящего тока возникшее на аноде возбуждение проходит через область резкого падения катэлектротона, т.е., область, где резко падает возбудимость и проводимость, вследствие чего возбуждение дальше не проходит и сокращение мышцы не возникает. Закон Пфлюгера объясняется полярным законом и физиологическим электротонном.

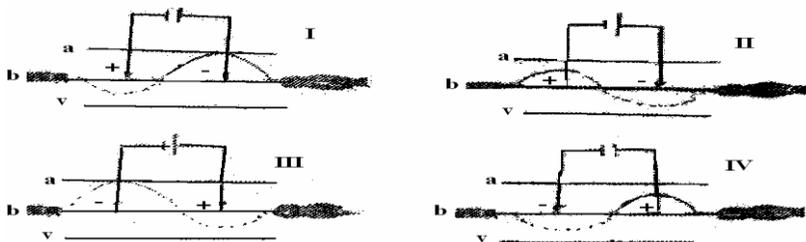
**Необходимо для работы:** препаровальный набор, стимулятор, неполяризующие электроды, пробковая дощечка, булавки, миограф, физраствор, вата, лягушка.

**Ход работы:** Сокращение нормальной мышцы зависит от: силы, направления тока и от момента замыкания и размыкания тока. Готовим нервно-мышечный препарат. Нерв кладем на электроды, а мышцу соединяем с миографом; возникновение возбуждения наблюдаем по движению рычага миографа. Устанавливаем мышцу ближе к аноду (восходящий ток) и определяем замыкательный и размыкательный пороги. Наблюдаем эффекты раздражения: при слабом токе катэлектротон сильнее анэлектротона; при средней силе тока катэлектротон

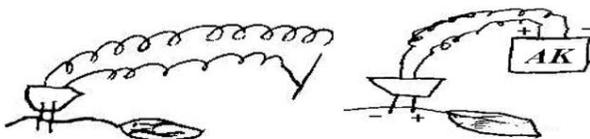
приравнивается анэлектротону; при сильной силе тока анэлектротон превышает катэлектротон. При слабой силе тока, независимо от его направления, в момент замыкания цепи мышца сокращается, а при ее размыкании - мышца не сокращается. При средней силе тока, независимо от его направления, как при замыкании, так и при размыкании цепи мышца сокращается. При большой силе тока в нисходящем направлении замыкание цепи вызывает сокращение мышцы, а при ее размыкании, наоборот, происходит ее расслабление. При восходящем токе замыкание цепи не вызывает сокращения мышцы, а ее размыкание сокращает мышцу. Результаты опыта представлены в таблице, где сокращение мышцы указано знаком «+», а ее расслабление знаком «-». Делаем выводы, почему при действии большой силы раздражителя эффект исчезает.

**Таблица 4**

Сила тока	Нисходящий ток		Восходящий ток	
	замыкание	размыкание	замыкание	размыкание
Слабый ток	+	-	+	-
Средний ток	+	+	+	+
Сильный ток	+	-	-	+



**Рис. 55.** Действие слабого тока. Нисходящее направление: I - при замыкании цепи; II - при размыкании цепи. Восходящее направление: III - при замыкании цепи; IV - при размыкании цепи: а - критический уровень возбуждения; б - нервно-мышечный препарат; v - снижение возбудимости и проводимости до критического уровня



**Рис. 56.**

Поляризующие электроды

### Вопросы для самоконтроля:

1. Проведение электрического тока живыми тканями как проводниками II рода. Явление поляризации у электродов. Назначение и устройство неполяризующихся электродов
2. Схема установки для изучения действия постоянного тока на нервы и мышцы
3. Закон полярного действия постоянного тока. Соотношение порогов возбудимости при замыкании и размыкании постоянного тока. Возникновение возбуждения под катодом и анодом при замыкании и размыкании цепи постоянного тока

4. Значение крутизны изменения раздражения. Аккомодация.
5. Причины возникновения разностей электрических потенциалов в живых тканях. Ионные градиенты
6. Поверхностная мембрана клеток, ее свойства
7. Мембранный потенциал, его происхождение. Величины и способы измерения.
8. Потенциал действия. Условия возникновения. Критический уровень деполяризации
9. Двухфазные и однофазные потенциалы действия
10. Длительность потенциалов действия, методы регистрации. Ионные механизмы потенциалов действия. Правило «все или ничего».
11. Калиево-натриевый насос, его значение
12. Механизм проведения возбуждения по нервным и мышечным волокнам. Значение потенциалов действия
13. Передача возбуждения с нерва на мышцу. Структура и функции нервно-мышечного синапса. Роль ацетилхолина

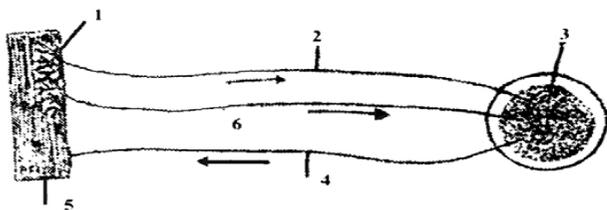
## **ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА**

Центральная нервная система включает головной и спинной мозг, выполняющие в организме человека и животных сложнейшие функции: обеспечивает взаимосвязь отдельных органов и систем, согласует и объединяет их функции; осуществляет связь организма с внешней средой, обеспечивает индивидуальное приспособление к внешней среде – поведение человека и животных; головной мозг

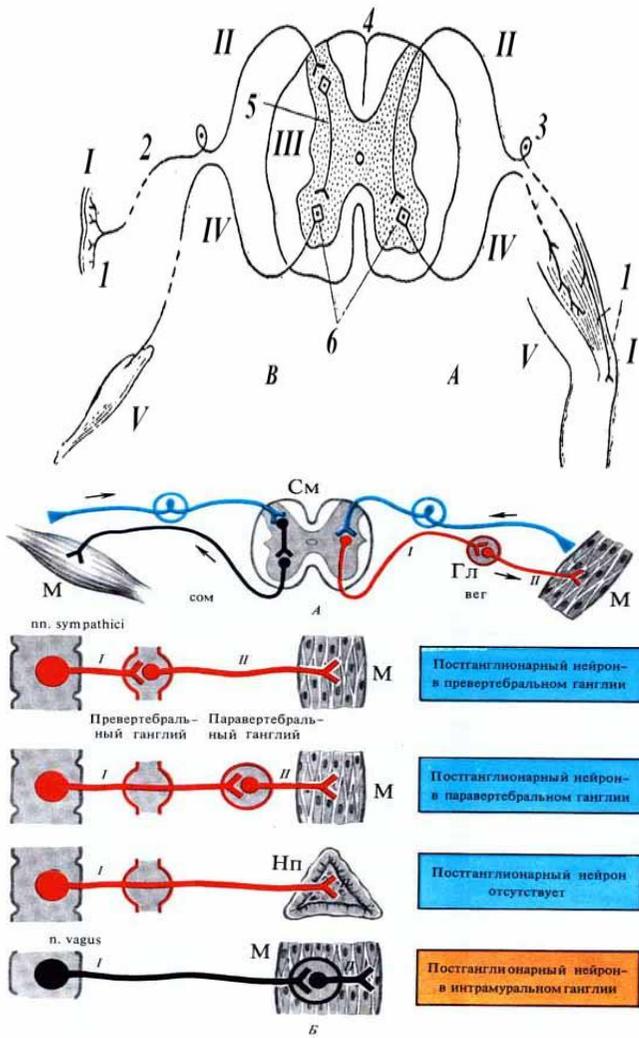
является органом психической деятельности. ЦНС состоит из серого (скопление нервных клеток) и белого вещества (длинные отростки нейрона). Кроме нервных клеток в ЦНС имеется нейроглия; она со всех сторон окружает нейроны. Нейрон состоит из тела и отростков – дендритов и аксона. Аксон проводит возбуждение от тела нервной клетки к другим нейронам или к периферическим органам. Дендриты – сильно ветвящиеся отростки - осуществляют связь между отдельными нервными клетками. Тело и отростки нейрона покрыты мембраной, избирательно проницаемой в состоянии покоя для  $K^+$ , а при возбуждении - преимущественно для  $Na^+$ . В условиях покоя мембранный потенциал различных нейронов обычно равен 50-70 мВ. При возбуждении возникает потенциал действия, равный 80-110 мВ. В зависимости от выполняемой работы нейроны делятся на 3 группы: 1) воспринимающие, чувствительные или рецепторные, 2) исполнительные или эффекторные, 3) контактные или вставочные (промежуточные). В ЦНС нервные клетки связаны между собой посредством синапсов (место контакта 2-х нейронов). Одно нервное волокно может образовывать до 10000 синапсов на многих нервных клетках. В ЦНС различают тормозные и возбуждающие синапсы. Основной формой нервной деятельности является рефлекс. Рефлекс – причинно обусловленная реакция организма на изменения внешней или внутренней среды, осуществляемая при участии ЦНС в ответ на раздражение рецепторов.

Рефлекторные дуги бывают простые и сложные. Нервный центр - сложное функциональное объединение нескольких анатомических нервных центров, расположенных на разных уровнях ЦНС и обуславливающих за счет своей активности сложнейшие рефлекторные акты. Основными свойствами нервных центров являются: 1.одностороннее проведение возбуждения, 2.задержка проведения возбуждения, 3.суммация возбуждений, 4.трансформация ритма возбуждений, 5.рефлекторное последствие, 6.быстрая утомляемость. Принципами координации в деятельности ЦНС являются: 1) принцип конвергенции, 2) принцип иррадиации возбуждения, 3) принцип реципрокности, 4) принцип последовательной смены возбуждения торможением и торможения возбуждением, 5) феномен «отдачи», 6) цепные и ритмические рефлексy, 7) принцип общего конечного пути, 8) принцип обратной связи, 9) принцип доминанты.

## Работа № 16 Анализ рефлекторной дуги



**Рис. 57.** Схема рефлекторной дуги: 1 - рецептор, 2- афферентное нервное волокно, 3- центр, 4-эфферентное волокно, 5-рабочий орган, 6-возвратная афферентация



**Рис. 58.**Схема 2- и 3-нейронной рефлексорной дуги. 1-рецептор, II-афферентный путь, III-центральная нервная система, IV- эфферентный путь, V- эффлектор (рабочий орган). А-схема двухнейронной дуги; В-схема трехнейронной дуги. 1-рецептор, 2-афферентный путь, 3-ганглий спинного мозга, 4-спинной мозг, 5-вставочный нейрон, 6-соста эфферентного нейрона

**Необходимо для работы:** штатив с пробкой, ножницы большие и малые, пинцет, нитки, вата, стаканчики с 0,5% и 1,0% раствором серной кислоты, фильтровальная бумага, 0,5% раствор новокаина, препаровальный набор, резиновая пластина, энтомологические булавки (4 шт.), марлевая салфетка.

**Ход работы:** 1. Опускаем лапку лягушки в стаканчик с раствором серной кислоты и наблюдаем защитный спинномозговой рефлекс. Накладываем фильтровальную бумагу, смоченную кислотой на голень и наблюдаем возникновение того же рефлекса. Наблюдаем характер ответной реакции при различной силе раздражителя.

2. Делаем 2 круговых разреза на голени одной из задних конечностей лягушки ниже коленного и выше голеностопного суставов, соединяем их перпендикулярно разрезам и удаляем кожу. Накладываем фильтровальную бумагу, смоченную кислотой, на мышцы голени, затем на кожу пальцев и сопоставляем результаты. Почему при нанесении раздражителя на участок голени, лишенной кожи, рефлекторная реакция исчезает?

3. Снимаем лягушку со штатива, кладем ее брюшной поверхностью на препаровальную доску, прикрепляем за растянутые лапки булавками. Делаем продольный разрез кожи бедра на обеих лапках. Растягиваем медиальную и латеральную группы мышц в стороны и в глубине борозды между ними выделяем седалищный нерв на возможно большом расстоянии. Нерв лежит

рядом с веной. Пинцетом подводим под нерв лигатуру, смоченную в растворе Рингера и вновь подвесим лягушку на штативе. С помощью лигатуры выводим на поверхность седалищный нерв конечности, у которой сохранена кожа голени. Смачиваем тоненькую полоску ваты 0,5% раствором новокаина и подложим ее под седалищный нерв. Ежеминутно раздражаем пальцы этой лапки кислотой и проверяем наличие рефлекса. По мере развития новокаинизации рефлекс с конечности исчезает; отметим, через какое время от момента новокаинизации рефлекс исчезнет. После этого, нанесем раздражения на нижнюю треть брюшка и обратим внимание на то, что в защитной реакции, возникшей при раздражении этой поверхности, участвуют обе лапки. Повторяем опыт до тех пор, пока конечность, нерв которой подвергался действию новокаина, не перестанет отвечать на действие раздражителя. Отмечаем общее время исчезновения рефлекса парализованной конечности и сопоставляем результаты.

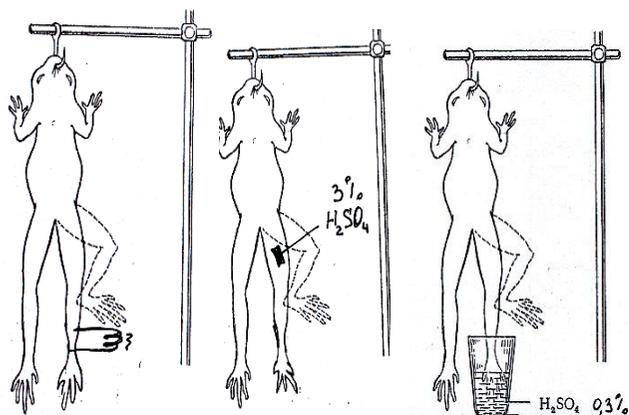
4. Вводим в спинномозговой канал препаровальную иглу и, поворачивая ее, разрушаем спинной мозг и раздражаем различные рецепторы – рефлекс получить не удастся. Объясните причину исчезновения рефлексов.

### **Работа № 17. Определение рецептивных полей спинномозговых рефлексов**

**Необходимо для работы:** спинальная лягушка, фильтровальная бумага, 0,5% раствор серной

кислоты, штатив с пробкой, марлевая салфетка, ножницы, препаровальная игла, энтомологические булавки, банка с водой.

**Ход работы:** Спинальную лягушку за нижнюю челюсть подвесим к пробке в штативе. Через 3-5 минут, после исчезновения шоковых явлений, начинаем эксперимент. Накладываем фильтровальную бумагу, смоченную 0,5% раствором кислоты, последовательно с интервалом в 1-2 минуты, на голень, бедро, спинку и нижнюю часть брюшка лягушки.



**Рис. 59.** Спинальные экстероцептивные рефлексы лягушки: А- Рефлекс сгибания и разгибания. Б- Рефлекс удаления раздражителя. В- Рефлекс удаления от раздражителя

Наблюдаем защитные рефлексы, возникающие при раздражении вышеуказанных участков кожи. После каждого раздражения смыть кислоту с кожи, опуская раздражаемый участок в банку с водой.

## РЕФЛЕКСЫ СПИННОГО МОЗГА

В скелетных мышцах находится большое количество проприорецепторов. Среди них наиболее типичны рецепторы, раздражаемые растяжением мышц. Проприорецепторы скелетных мышц обеспечивают обратную связь между эффекторами и нервными центрами. Важнейший вид проприорецепторов находится в мышечных веретенах. Раздражение этих нервных окончаний вызывает коленный и другие сухожильные рефлексy. Сухожильные рефлексy возникают при раздражении рецепторов мышц, а не сухожилий. При ударе по сухожилию мышца растягивается в длину, вследствие чего раздражаются рецепторные окончания мышечных веретен. По афферентным волокнам в мозг направляется залп нервных импульсов. Коллатерали афферентных волокон мышечных веретен оканчиваются непосредственно на мотонейронах той же мышцы. Разряд мотонейронов вызывает одиночное ее сокращение.

Сухожильные рефлексy у здорового человека вызываются легко. При нарушении деятельности ЦНС они могут отсутствовать или, наоборот, быть значительно усиленными.

## Работа № 18. Коленный и ахиллов рефлексы

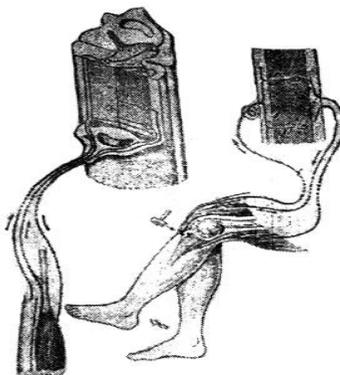
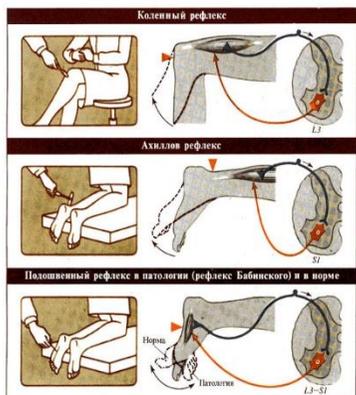


Рис. 60. Схема коленного рефлекса

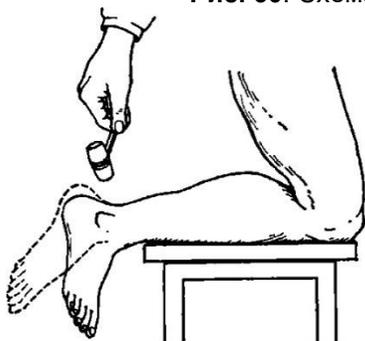


Рис. 61. Схема ахиллова рефлекса

**Необходимо для работы:** рефлексологический молоток, студент

**Ход работы:** 1. Для выполнения работы студент садится на стул, положив ногу на ногу. Наносим молоточком умеренный удар по сухожилию коленной чашечки. Отметим возникновение разгибательного рефлекса голени. При выполнении этой работы необходимо иметь ввиду, что данный рефлекс иногда вызывается с большим трудом из-за неумения

достаточно расслабить мускулатуру нижней конечности. Поэтому студент должен соединить пальцы рук в замок на уровне груди и с силой растягивать руки в стороны. Появление коленного рефлекса при этом облегчается.

2. Студент встает на колени на стул, держась руками за спинку. Производим отрывистые удары по ахиллову сухожилию и наблюдаем рефлексорные разгибательные движения стопы, наступающие вследствие сокращения трехглавой мышцы голени. Сравниваем рефлексы на обеих ногах.

3. Для наблюдения рефлексов спинно-мозговых центров используем спинальную лягушку; вводим препаровальную иглу в спинно-мозговой канал и вращательными движениями разрушаем мозг. После разрушения спинного мозга мы не наблюдаем ни сгибательный, ни потирательный рефлекс; вообще не наблюдаются рефлексорные реакции на какие-либо раздражители.

### **Работа № 19. Иррадиация возбуждения в спинном мозгу**

Процесс возбуждения или торможения, возникший в центральной нервной системе, распространяется (иррадирует). Иррадиация возбуждения зависит от силы и длительности действующего раздражителя: чем сильнее или дольше действует раздражение, тем больше иррадиация. При чрезмерно большой силе или длительности раздражения может возникнуть

торможение.

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, штатив с зажимом и пробкой, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 и 1% раствор серной кислоты, стакан с водой, фильтровальная бумага, вата, лягушка.

**Ход работы:** Готовим спинальную лягушку. Пощипывая ее заднюю лапку, отмечаем, что с усилением силы раздражения увеличивается ответная реакция. При очень сильном пощипывании в реакцию вступает и вторая лапка. Одну из задних лапок лягушки туго перевязываем ниткой в верхней части голени и отрезаем ее ниже места перевязки. Бумажку, смоченную серной кислотой, накладываем на кожу бедра культи. Это раздражение вызывает защитную реакцию, которая осуществляется поврежденной конечностью. Сначала наблюдается движение культи, которая не приводит к удалению раздражителя, а затем с продолжающимся действием раздражителя в реакцию вовлекается и другая конечность, с помощью которой удаляется раздражитель. Результаты оформляем и делаем выводы.

## **Работа № 20. Время рефлекса при разной силе раздражения**

Время от начала раздражения до возникновения рефлекса называется временем рефлекса. Это время складывается из скрытых периодов рецепторов и эффекторов, времени проведения по афферентным и эфферентным волокнам и центрального времени

рефлекса. По минимальному времени рефлекса судят о количестве синапсов, которое преодолевает возбуждение на пути к мотонейронам и о количестве нейронов, последовательно включенных в рефлекторную дугу. Время рефлекса может сильно изменяться в зависимости от силы раздражения. Основным процессом, определяющим эту зависимость, является суммация возбуждения.

**Необходимо для работы:** спинальная лягушка, штатив с пробкой, отметчик времени, банка с водой, медицинские стаканчики с 0,1%, 0,5% и 1% растворами серной кислоты, ножницы, салфетка, препаровальная игла.

**Ход работы:** Подвесим спинальную лягушку на штативе за нижнюю челюсть. Погружаем кончики пальцев одной из задних конечностей лягушки в стакан с 0,1% раствором серной кислоты и определяем время от момента погружения лапки в кислоту до появления ответной реакции в секундах. Повторяем определение 2-3 раза и подсчитываем среднее время рефлекса. При каждом испытании погружаем лапку в кислоту до одного и того же уровня, а после определения сразу смываем раздражитель, погружая лапку в банку с водой. Раздражения производим через 2-3 минуты. Таким же образом определим время рефлекса при раздражении 0,5% и 1% растворами серной кислоты. Полученные результаты занесем в таблицу.



**Рис. 62.** Определение времени

рефлекса

После каждого раздражения кислотой обмываем лягушку, погружая ее в банку с водой, выжидаем несколько минут и вновь наносим раздражение.

**Таблица 5.**

Концентрация $H_2SO_4$ в %	Время рефлекса в сек.			
	1	2	3	Среднее время
0,1				
0,3				
0,5				
1,0				

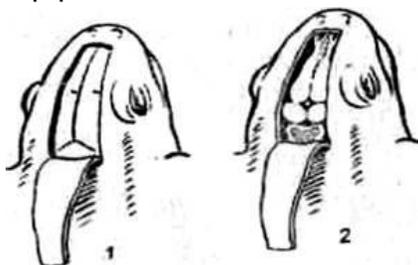
## **Работа № 21. Торможение спинно-мозговых рефлексов. Опыт И.М.Сеченова**

Торможение – активный процесс, возникающий в результате сложных физико-химических изменений в тканях, но внешне этот процесс проявляется ослаблением функции какого-либо органа. В 1862 г И.М.Сеченовым были проведены классические опыты, получившие название «центральное торможение». В настоящее время выделяют 2 формы торможения: первичное и вторичное. Торможение наряду с возбуждением принимает активное участие в приспособлении организма к внешней среде; играет важную роль в формировании условных рефлексов; освобождает ЦНС от переработки менее существенной информации; обеспечивает координацию рефлекторных реакций, в частности, двигательного акта. Торможение выполняет охранительную функцию, защищая нервные центры от утомления и истощения.

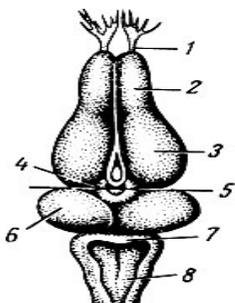
**Необходимо для работы:** препаровальный набор, включающий маленький (глазной) пинцет и скальпель, фильтровальная бумага, 0,3% раствор серной кислоты, поваренная соль (несколько крупных кристалликов), ватные тампоны, пинцет или шпатель, лягушка.

**Ход работы:** 1) **Вскрываем черепную коробку лягушки.** Для этого делаем разрез между носовыми отверстиями, затем разрезаем кожу вдоль от каждого носового отверстия на протяжении 1,5-2,0 см, кожный

лоскут отворачиваем. Так же поперечным разрезом рассекаем тонкую костную покрывку. Для этого кончик лезвия ножниц вводим в полость черепа, скользя по внутренней поверхности кости, чтобы не поранить мозг. Рассекаем кость с каждой стороны и поперечным разрезом удаляем этот костный отрезок. Кровотечение останавливаем ватным тампоном, подсушиваем поверхность мозга фильтровальной бумагой. Делаем поперечный разрез в области зрительных бугров и снова останавливаем кровотечение. Подвесим лягушку за нижнюю челюсть к штативу. Определим время рефлекса по Тюрку, повторив эту работу 2-3 раза. Выждав 2-3 мин и подсушив поверхность разреза фильтровальной бумагой, наносим кристаллик хлорида натрия на зрительные бугры, на протяжении 2-3 мин несколько раз определяем время рефлекса. Убеждаемся, что после раздражения зрительных бугров хлоридом натрия время рефлекса увеличивается, вплоть до полного исчезновения рефлекса. Необходимо объяснить полученный эффект.

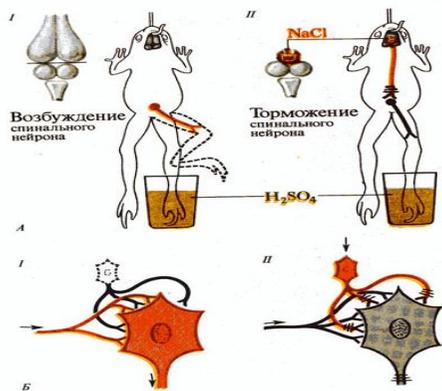


**Рис. 63.** Последовательные этапы обнажения головного мозга лягушки: 1-разрез черепной коробки; 2-обнажен головной мозг



**Рис. 64.** Головной мозг лягушки: 1 – обонятельные нервы; 2 – обонятельные доли; 3 – большие полушария; 4 – промежуточный мозг; 5 – линия разреза головного мозга; 6 – двуххолмие; 7 – мозжечок; 8 – продолговатый мозг

Соль снимаем, место разреза обмываем раствором Рингера и замечаем восстановление времени рефлекса. Если теперь сделать разрез ниже продолговатого мозга и после исчезновения шока исследовать рефлекторную возбудимость, она окажется повышенной. Следовательно, раздражение зрительных бугров затормаживает рефлекторную деятельность спинного мозга.



**Рис. 65.** Схема опыта

И.М.Сеченова

## **2) Периферическое торможение (опыт Гольца).**

Удаляем у лягушки головной мозг до верхнего уровня среднего мозга, тем самым ограничив подвижность лягушки и усилив рефлекторную деятельность нижних отделов ЦНС. Кладем лягушку на пробковую дощечку брюшком вверх и закрепим ее. Обнажаем сердце путем образования небольшого окна. Ватным тампоном удаляем кровь, вытекающую из грудной полости. Подсчитываем число сокращений за 1 мин. Пинцетом или медицинским шпателем производим 2-3 сильных удара по брюшку лягушки и наблюдаем за деятельностью сердца: оно будет останавливаться или сокращаться реже. Определим длительность остановки сердца, подсчитаем частоту сокращений за каждые 15 с до полного восстановления ритма. Делаем вывод о механизме торможения работы сердца.

## **3) Торможение рефлексов спинного мозга.**

**Опыт 1.** Спинно-мозговой препарат лягушки подвешиваем к штативу и опускаем одну заднюю конечность в 0,5% раствор серной кислоты. Одновременно сильно сдавливаем пинцетом другую лапку. Если оба раздражителя начинают действовать одновременно, то сокращение лапки в растворе не происходит. По прекращении сдавливания конечности рефлекс на кислоту проявляется со значительной силой. Записываем результат и объясняем причину отсутствия рефлекса.

**Опыт 2.** На этом же препарате лягушки несколько раз определяем время рефлекса, затем конечности

лягушки перевязываем около коленного сустава крепкой ниткой. Когда движения лягушки, связанные с механическим воздействием перевязки, прекратятся, подействуем на свободную от перевязки (противоположную) конечность 0,5% раствором серной кислоты. Оборонительная реакция у конечности, смоченной кислотой, отсутствует. Снимаем перевязку, определяем время рефлекса и убеждаемся, что оно приближается к исходному. Результаты оформляем и объясняем полученный эффект.

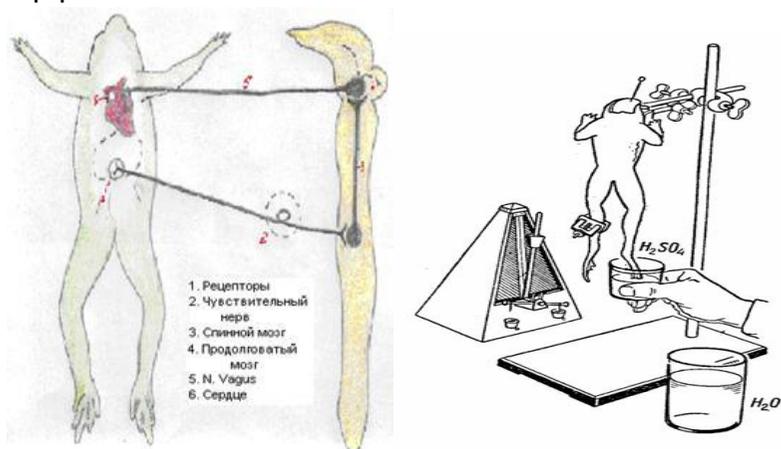


Рис. 66. Опыт Гольца

## Работа № 22. Влияние химических веществ на возбудимость ЦНС

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, 0,1% раствор стрихнина, эфир, стеклянный колпак, шприц, вата, пробковая дощечка, 2 лягушки.

**Ход работы:** Готовим спинномозговой препарат

лягушки и подвешиваем его на штативе. Проверяем реакцию лягушки на прикосновение пинцетом к коже спины и лапки (ответа нет) и на слабое прикосновение пальцев лапки (наблюдаются слабые сокращения). Вводим под кожу 1 мл раствора стрихнина и наблюдаем изменение рефлекторной реакции под влиянием развивающегося отравления. Слабое пощипывание пальцев вызывает сильное сокращение обеих лапок. Прикасаемся к коже лягушки через каждые 1-2 мин. Сначала появляется слабое движение лапок, которое постепенно усиливается и сменяется общей реакцией мышц (особенно усилена реакция разгибателей). При глубокой стадии отравления постукивание по столу или легкое дуновение на кожу вызывает общие судороги. Обратим внимание на изменение рефлекторной возбудимости, положение тела по мере усиления действия стрихнина.



**Рис. 67.** Влияние стрихнина на ЦНС

Возьмем другую лягушку и, не препарировав, посадим ее под стеклянный колпак, положив туда вату, смоченную эфиром. Сначала под колпаком лягушка проявляет большую активность. Чуть-чуть колпак приподнимем и пинцетом перевернем лягушку на спину – она сразу примет нормальное положение. На пощипывание лапки пинцетом отвечает усилением двигательной активности. Затем наблюдаем уменьшение возбудимости; лягушка перестает реагировать на пощипывание и остается в любой приданной ей позе. Результаты сравниваем и оформляем.

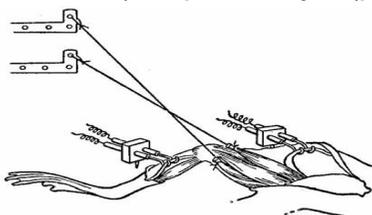
### **Работа № 23. Реципрокная иннервация мышц-антагонистов (опыт Шеррингтона)**

Впервые физиологический механизм реципрокной иннервации был объяснен Н.Е.Введенским. Реципрокная иннервация - частный случай координации – выражается в том, что при возбуждении в одном центре (в центре мышц-сгибателей) возникает торможение в центре мышц антагонистов (разгибателей), т.е. возникает сокращение мышц сгибателей и одновременно расслабление мышц-разгибателей. Основу этих взаимосвязанных реакций мышц антагонистов составляет явление индукции. При раздражении малоберцового нерва возникает возбуждение в центре сгибателя – сокращается полусухожильная мышца. При раздражении кожного нерва возбуждение возникает в центре разгибателя (сокращается трехглавая мышца). В силу одновременной индукции в центре сгибателя

развивается торможение, т.е. наблюдается расслабление полусухожильной мышцы. При прекращении рефлекторного раздражения трехглавой мышцы в центре полусухожильной мышцы торможение сменяется возбуждением (последовательная индукция).

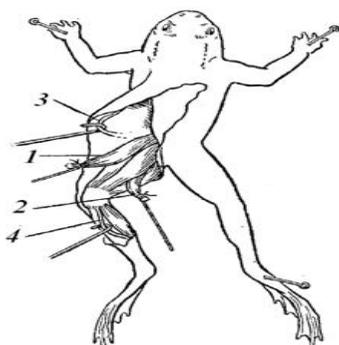
**Необходимо для работы:** препаровальный набор, миограф, стимулятор, лигатура, штатив, вата, физраствор, лягушка.

**Ход работы:** Готовим спинномозговую лягушку и укрепляем ее на пробковой дощечке спиной кверху. Отпрепарируем на бедре полусухожильную (сгибатель) и трехглавую (разгибатель) мышцы.



антагонистов с миографом

**Рис.68.** Соединение мышц



**Рис. 69.** Расположение нервов и мышц лягушки для изучения реципрокной иннервации

К сухожилиям этих мышц привязываем нитки. Концы сухожилий отделяем от кости и подрезаем. Соединяем мышцы с миографами, привязав нитку от полусухожильной мышцы к верхнему, а от трехглавой – к нижнему миографу. На голени отпрепарируем и возьмем на лигатуру малоберцовый нерв. В верхней части бедра подрежим кожу и отпрепарируем кожный нерв. К обоим нервам подведем электроды, соединенные со стимулятором и налаживаем запись сокращения обеих мышц. Определяем пороги рефлекторного раздражения обеих мышц, раздражая малоберцовый нерв (сокращается полусухожильная мышца) и кожный нерв бедра (сокращается трехглавая мышца). Подбираем сверхпороговые силы раздражения так, чтобы сокращения обеих мышц были одинаковой интенсивности. Раздражаем малоберцовый нерв и записываем сокращение полусухожильной мышцы. В момент максимального сокращения сгибателя, не прекращая его раздражения, вызываем сокращение разгибателя, раздражая кожный нерв. Силы раздражения необходимо подобрать так, чтобы при сокращении разгибателя сгибатель расслаблялся, несмотря на продолжающееся раздражение малоберцового нерва. Прекращаем раздражение кожного нерва и наблюдаем одновременное расслабление разгибателя и сокращение сгибателя. Результаты оформляем и делаем выводы.

## **Работа № 24. Децеребрационный раздражитель, шейный и лабиринтный рефлекс**

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, операционный стол, грелка, эфир, маска, воск, физраствор, вата, тампоны, кошка.

**Ход работы:** Кошке даем оглушающий эфирный наркоз и привязываем к станку животом вверх. Делаем разрез по средней линии шеи, раздвигаем мышцы и перевязываем обе сонные артерии. Кошку поворачиваем спиной вверх; с головы и шеи удаляем шерсть. На голове разрезаем кожу по средней линии от надбровных дуг до затылка. Растянув края раны, подрезаем скальпелем и очищаем мышцы распатором; кровотечение останавливаем ватным тампоном. Трепаном в кости с правой и левой стороны черепа делаем отверстия. Костное кровотечение останавливаем, протирая края кости ватой, смоченной растопленным воском. Отверстия расширяем костными щипцами. Тупым концом скальпеля, осторожно вводя его в отверстие, отделяем по средней линии твердую мозговую оболочку от кости и после этого щипцами скучиваем оставшийся костный мостик. После удаления всей кости виден сагитальный синус. Спереди и сзади иглой подводим под него 2 лигатуры и перевязываем; после этого вскрываем твердую мозговую оболочку и отворачиваем ее. Тупой конец скальпеля вводим между мозжечком и большими полушариями, направляя ее к основанию мозга, и боковыми движениями отделяем передний и

средний мозг до красного ядра включительно. Черепную коробку освобождаем от отделенных частей мозга. При правильном разрезе тонус задних мышц шеи увеличивается и голова кошки запрокидывается. Если положить кошку набок, то она примет характерную для децеребрированного животного позу: запрокинутая голова, вытянутые, ригидные конечности, вытянутая дугой спина и поднятый кверху хвост; эта поза называется опистотонус. Кладем животное на мягкую подстилку спиной и теменем вниз и в течение нескольких секунд удерживаем его в этом положении. Освобождаем голову; голова поворачивается теменем вверх (рефлекс с лабиринтов на шею). Освобождаем передние конечности и плечевой пояс. Передняя часть туловища с передними лапками поворачивается в ту же сторону, куда повернулась голова (рефлекс с шеи на туловище). Реакция на ускорение при подъеме и опускании тела (лифтный рефлекс). Сажаем животное на доску и быстро пускаем ее вниз. В начале движения конечности выпрямляются, в момент остановки сгибаются. Быстро поднимаем животное на доске вверх. В начале подъема конечности сгибаются, в момент остановки выпрямляются.

### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1.Рефлекс. Значение в регуляции функций организма.
- 2.Рефлекторная дуга, ее звенья
- 3.Рецепторы, их виды. Рецептивное поле рефлекса.
- 4.Понятие о нервном центре

- 5.Эффекторы, их виды
- 6.Значение дорсальных и вентральных корешков спинного мозга
- 7.Классификация рефлексов
8. Понятие о функциональных системах (П.К.Анохин). Значение обратной афферентации для осуществления целенаправленных реакций организма
9. Основные этапы развития рефлекторной деятельности в раннем онтогенезе.
- 10.Односторонность проведения возбуждения в мозге
- 11.Скрытое время рефлекса. Его компоненты
- 12.Синаптическая задержка и ее изменение в онтогенезе
- 13.Механизм передачи возбуждения в центральных синапсах
- 14.Условия перехода местного возбуждения в распространяющееся. Возникновение потенциалов действия
- 15.Суммация возбуждения, ее виды. Условия, необходимые для суммации
- 16.Изменение мембранного потенциала тела нейрона в процессе суммации
- 17.Значение суммации в рефлекторной деятельности
- 18.Иррадиация возбуждения. Ее происхождение. Условия, способствующие иррадиации
- 19.Особенности иррадиации возбуждения в раннем онтогенезе
- 20.Процессы торможения в ЦНС. Их отличия от покоя и утомления

21. Значение торможения в координации рефлекторной деятельности. Влияние стрихнина
22. Открытие торможения в ЦНС. Опыт И.М.Сеченова. Его современная трактовка.
23. Постсинаптическое торможение. Тормозные нейроны и синапсы
24. Пресинаптическое торможение. Его механизм и значение
25. Пессимальное торможение.
26. Реципрокное (сопряженное) торможение и иннервация мышц-антагонистов
27. Индукция в ЦНС
28. Принцип общего конечного пути
29. Доминанта. Роль доминанты в рефлекторной деятельности
30. Особенности торможения в раннем онтогенезе

### **Работа № 25. Результаты удаления мозжечка у животных**

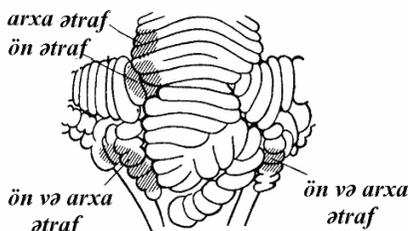
**Необходимо для работы:** препаровальный набор, полотенце, вата, марля, йод-бензин, растопленный воск, нагретый физраствор, шелк, ножницы круглые, ножницы маденькие, маленькая мозговая ложечка, 2 зажима Пеана, пинцет, скальпель, лягушка, голубь.

**Ход работы:** **Опыт 1.** При нарушении мозжечка наблюдаются расстройства статики и локомоции. Через мозжечок в кору больших полушарий поступает основная масса проприоцептивных импульсов. Мозжечок затормаживает примитивные, грубые спинальные рефлексы и дает возможность коре

осуществлять тонко дифференцированные двигательные акты. Вскрываем череп лягушки, тонким скальпелем перерезаем мозжечок вдоль и одну половину вырезаем. После операции оставляем лягушку на 5 мин и наблюдаем за ее поведением; при спокойном положении поза лягушки изменяется. Лягушка сидит, наклонив голову и изогнув туловище в сторону повреждения. При прыжках она иногда переворачивается в воздухе и падает на спину; при этом, прыгая или переползая, она движется не по прямой линии, а по кругу (осуществляя маневренные движения). Особенно это заметно при плавании; в воде, кроме движений по кругу, она вращается вокруг продольной оси тела.

**Опыт 2.** У голубя удаляем перья с затылочной части головы и верхней части шеи. Кожу протираем йод-бензином. Пригнув голову вперед, по средней линии от середины черепа делаем разрез кожи. Кожную рану расширяем, захватив края кожи зажимами Пеана; сбоку от сагитального синуса осторожно подрезаем мышцы и скальпелем соскабливаем надкостницу. Удаляем кость; кровотечение останавливаем растопленным воском. Мозговой ложечкой вычерпываем мозговое вещество. Кожу зашиваем и смазываем йодом. Через полчаса после операции наблюдаем нарушение соотношения тонуса правой и левой половины тела. Крыло и конечность одной стороны вытянуты. Голова запрокинута назад и вбок. Голубь все время пытается двигаться и при этом кружится в ту сторону, на которой разрушен мозжечок.

Через несколько дней тяжелые явления сглаживаются, но неловкость движения и склонность производить движения по кругу остаются. Первые 2-3 дня голубя необходимо кормить и поить.



**Рис. 70.** Представительство кожно-мышечной чувствительности в мозжечке

## **Работа № 26. Удаление больших полушарий мозга у лягушки**

Выделяют древнюю, старую и новую кору. Древняя и старая кора объединяются с некоторыми близлежащими ядрами и образуют лимбическую систему. Толщина новой коры 3 мм, площадь 2500 см<sup>2</sup>, включает в себя много извилин. В состав коры входят различные по строению нейроны: звездчатые, большие и малые пирамидные, веретенообразные, корзинчатые и др. В функциональном отношении все нейроны подразделяются на афферентные (звездчатые клетки), эфферентные (большие пирамидные клетки), вставочные (малые пирамидные, вставочные...). Нервные клетки обеспечивают связь в пределах коры больших полушарий между выше- и нижележащими клетками; обеспечивают связь в

пределах одного полушария коры больших полушарий. Комиссуральные нервные клетки выходят из коры больших полушарий, проходят через комиссуру и идут в кору больших полушарий противоположного полушария. Структурная единица коры больших полушарий – отдельные колонки. «Кора больших полушарий головного мозга – высший распорядитель и распределитель функций организма животного и человека» (И.П.Павлов).

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, пробковая дощечка, растопленный воск, стеклянная воронка, булавки, фильтровальная бумага, йод, салфетки, вата, лягушка.

**Ход работы:** Вскрываем головной мозг и наблюдаем за влиянием последовательного удаления различных отделов головного мозга на двигательную реакцию лягушки. Удаляем большие полушария, закрываем кожным лоскутом рану и наблюдаем за позой и спонтанными ее движениями. Изменяем положение тела лягушки, отводим лапку в сторону, кладем лягушку на спину. Наблюдаем реакцию лягушки на сильное раздражение задних лапок или туловища. Сажаем лягушку на пробковую дощечку и постепенно ее наклоняем. Наблюдаем характер движений лягушки и положение тела. Опускаем лягушку в аквариум и наблюдаем. Лягушка без больших полушарий сохраняет нормальную позу, но спонтанные движения у нее ограничены. На сильное раздражение она отвечает хорошо координированным прыжком; лягушка переползает вверх по наклонной плоскости и

сохраняет устойчивое положение тела; в аквариуме совершает нормальные плавательные реакции. Результаты оформляем и делаем выводы.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Процессы торможения в ЦНС
2. Значение торможения в координации рефлекторной деятельности. Действие стрихнина
3. Торможение в ЦНС. Опыт И.М.Сеченова
4. Постсинаптическое торможение. Тормозные нейроны и синапсы
5. Пресинаптическое торможение; его механизм и значение
6. Пессимальное торможение
7. Реципрокное торможение и иннервация мышц-антагонистов
8. Особенности торможения в раннем онтогенезе

### **Работа № 27. Электроэнцефалография (ЭКГ)**

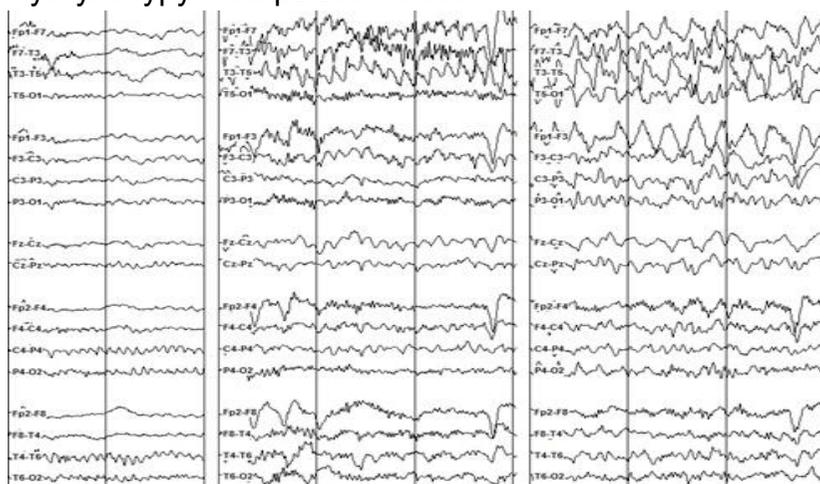
Оценка функционального состояния коры большого мозга человека является трудной и до настоящего времени нерешенной задачей. Одним из признаков, косвенно свидетельствующем о функциональном состоянии структур головного мозга, является регистрация в них колебаний электрических потенциалов. Каждый нейрон имеет заряд мембраны, который при активации уменьшается, а при торможении – чаще увеличивается, т.е. развивается

гиперполяризация. Все виды активности мозга в динамике подвержены усилению и ослаблению и сопровождаются определенными ритмами электрических колебаний. У человека в покое при отсутствии внешних раздражений преобладают медленные ритмы изменения состояния коры мозга, что на ЭЭГ находит отражение в форме альфа-ритма, частота колебаний которого составляет 8-13 в сек, а амплитуда-приблизительно 50 мкВ. Переход человека к активной деятельности приводит к смене альфа-ритма на более быстрый бета-ритм, имеющий частоту колебаний 14-30 в сек., амплитуда которых составляет 25 мкВ. Переход от состояния покоя к состоянию сосредоточенного внимания или ко сну сопровождается развитием более медленного тета-ритма (4-8 колебаний/сек) или дельта-ритма (0,5-3,5 колебаний/сек). Амплитуда медленных ритмов составляет 100-300 мкВ. Когда на фоне покоя или другого состояния мозга предъявляется новое быстрое нарастающее раздражение, на ЭЭГ регистрируются вызванные потенциалы (ВП), представляющие собой реакцию множества нейронов данной зоны коры. Латентный период, амплитуда вызванных потенциалов зависят от интенсивности наносимого раздражения.

**Необходимо для работы:** электроэнцефалограф, фотофоностимулятор, шлем с электродами, физраствор, экранированная камера.

**Ход работы:** Студента помещаем в изолированную камеру – комнату. Места кожи головы, на которые

будем накладывать электроды, тщательно протираем эфиром и спиртом, чтобы уменьшить сопротивление кожи. Электроды укрепляем на голове с помощью специального шлема, состоящего из резиновых лент. Между электродами и кожей кладем тампоны с физраствором. Студента заземляем (обычно за мочку уха). Он садится на стул в удобной позе, расслабляет мускулатуру и закрывает глаза.

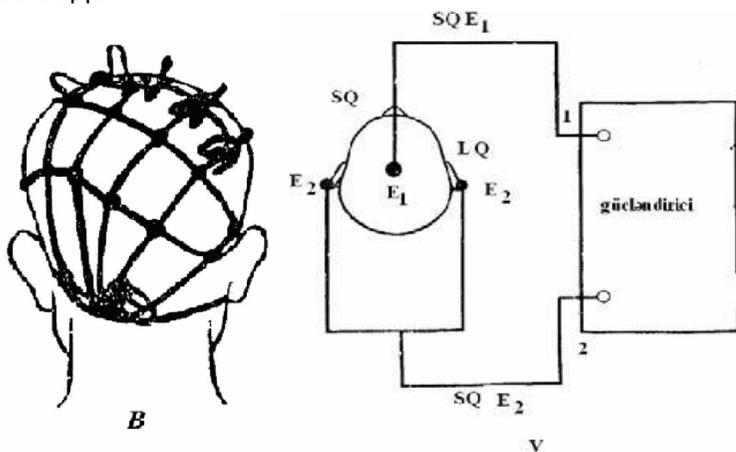


**Рис. 71.** Электроэнцефалография: схема ЭЭГ человека при различных физиологических состояниях

Через несколько минут на электроэнцефалограмме появляется альфа-ритм. Затем студент открывает глаза и мы наблюдаем депрессию альфа-ритма. Устанавливаем на фотофоностимуляторе частоту подачи световых сигналов 20 Гц и соединяем его с электроэнцефалографом для записи световых стимулов. Включаем электроэнцефалограф и, записав исходный фон, даем световой раздражитель; через 1-

2 мин записываем ЭЭГ и видим, как колебания потенциала на ЭЭГ повторяют частоту следования раздражителя.

Испытуемый расслабляет мышцы и закрывает глаза. Через несколько минут, когда на записи появится отчетливо выраженный альфа ритм, внезапно включаем звуковой раздражитель в виде частых (150-200 Гц) щелчков и наблюдаем за наступающими изменениями. Результаты оформляем и делаем выводы.



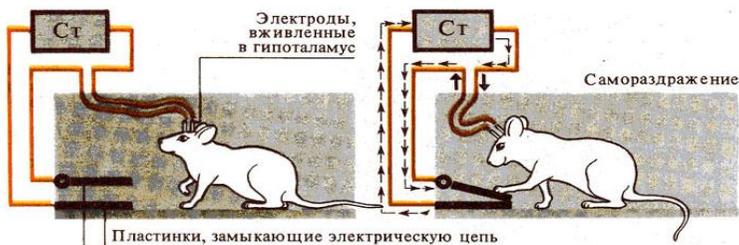
**Рис.72.** Электроэнцефалография: А-4-хканальный электроэнцефалограф ЭЭГ-4; 1-экран электроннолучевых трубок; 2-коммутаторы отведений; 3-индикатор для определения межэлектродного сопротивления; 4,5-калибратор усиления; 6-регульровка усиления; 7-фильтры; 8-тумблеры выключения фильтров; 9-тумблеры включения гальванометров; 10-переключатель скоростей лентопротяжного механизма; В-схема крепления электродов на поверхности черепа (энцефалографический шлем); С-принципы наложения электродов и отведение энцефалограммы у человека; ПУ и ЛУ- правое и левое ухо; Э1-дифферентный электрод; Э2-индифферентный электроды.

## **Работа № 28. Процесс самораздражения животного в хроническом опыте (опыт Олдса)**

По методике Дж.Олдза (1956) животное само может наносить себе раздражения через вживленные электроды. Эти опыты дают возможность различать такие процессы как формирование эмоций, механизм возникновения ощущений, дифференцировку различного рода воздействий на категории «приятных», «нейтральных», «неприятных». Методика Олдса применяется для исследования влияния поведенческих реакций и на проявление эмоций ряда фармакологических веществ.

**Необходимо для работы:** специальная установка, крыса.

**Ход работы:** Как отмечает Дж.Олдс, около 60% всех электродов при раздражении являются эмоционально нейтральными, животное не производит самораздражение, но и не избегает его; 5% электродов оказываются эмоционально отрицательными, а 35%-эмоционально положительными. Когда электрод находится в соответствующей активной точке животное с явным удовольствием производит самораздражение. Результаты оформляем.



**Рис.73.** Опыты с самораздражения: 1,2-схема самораздражения через вживленные электроды; 3-лапа крысы на рычаге-замыкателе цепи

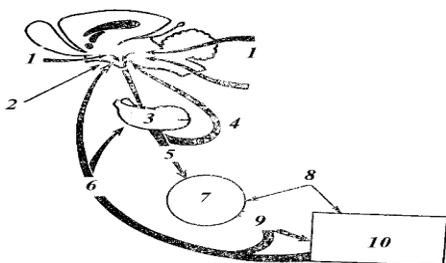
### Вопросы для самоконтроля:

1. Происхождение электроэнцефалограммы (ЭКГ)
2. Основные ритмы ЭКГ. Их взаимосвязь с функциональным состоянием головного мозга
3. Метод электроэнцефалографии
4. Особенности ЭКГ у детей в первые годы жизни

## РАЗДЕЛ II. ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Железы внутренней секреции не имеют выводных протоков. Их клетки оплетены обильной сетью кровеносных и лимфатических капилляров, и выделение продуктов жизнедеятельности железы происходит непосредственно в просвет этих сосудов. Продукты, вырабатываемые железами внутренней секреции, называются гормонами. Гормоны – сложные химические вещества, обладающие высокой физиологической активностью и даже в малых дозах вызывающие тот или иной биологический эффект.

Гормоны участвуют в регуляции функций организма, в объединении органов и тканей в единую систему – организм, в приспособлении организма к изменяющимся условиям внешней среды, в восстановлении нарушенного постоянства внутренней среды в организме. Железы внутренней секреции функционируют в тесной взаимосвязи с центральной нервной системой. Корреляция нервных и гуморальных функций осуществляется гипоталамусом под контролем коры больших полушарий.



**Рис. 74.** Общая схема регуляции эндокринных функций по Сентаготаи, Флерко, Меш и Халасу (1965): 1-внешняя проверка (свет), 2-гипоталамус, 3-гипофиз, 4-внутренняя обратная связь, 5-тропные гормоны, 6-внешняя обратная связь, 7-железы-мишени, 8-«груз», 9-гормоны, 10-периферические органы и ткани

## **Работа № 29. Влияние адреналина и ацетилхолина на зрачок лягушки**

Адреналин – гормон мозгового вещества надпочечников. Адреналин увеличивает силу и длительность импульсации симпатического отдела вегетативной нервной системы, влияет на углеводный обмен (увеличивает скорость расщепления гликогена в печени и мышцах, повышая концентрацию глюкозы в

крови, расслабляет гладкую мускулатуру бронхов, расширяя их просвет; снижает моторную функцию ж/к тракта и повышает тонус его сфинктеров, задерживая продвижение пищи; повышает возбудимость и сократимость сердечной мышцы, увеличивает частоту сердечных сокращений; увеличивает тонус гладкой мускулатуры стенок сосудов, сужая их просвет и повышая давление крови; расслабляет гладкую мускулатуру стенок сосудов сердца, легких, головного мозга и работающих в данный момент мышц, повышая количество доставляемой им крови; увеличивает работоспособность скелетной мускулатуры, снижая их утомляемость. **Ацетилхолин** – регулятор физиологических функций в организме животных и человека. Образуется при ацетилировании холина под действием фермента холинацетилтрансферазы.

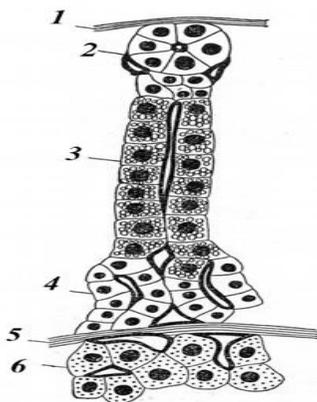
**Необходимо для работы:** препаративный набор, 2 стеклянные чашечки, пипетка, полоска миллиметровой бумаги, раствор адреналина 1:20000, раствор ацетилхолина 1:100000, лягушка.

**Ход работы:** После разрушения мозга у лягушки вырезаем глазные яблоки. Помещаем каждый глаз в отдельную стеклянную чашечку с раствором Рингера. Ставим чашечки на яркий свет; зрачки сужаются. Измеряем диаметр зрачков обоих глаз. В одну из чашечек вносим 2-3 капли раствора адреналина, а в другую – 2-3 капли раствора ацетилхолина. Через 20 минут вновь измеряем величину зрачка. Результаты опытов показали, что адреналин суживает, а ацетилхолин расширяет зрачок.

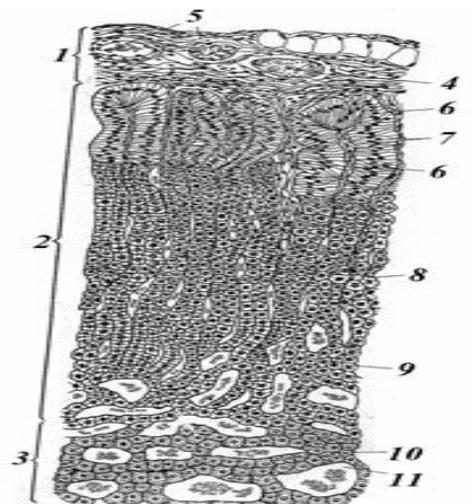
**Работа № 30. Влияние света, гормонов гипофиза (питуитрина) и надпочечников (адреналина) на меланофоры лягушки**

**Необходимо для работы:** настольная лампа, микроскопы, раствор адреналина (1:1000) и питуитрина (1:1000), лягушка.

**Ход работы:** За 2 часа до работы несколько лягушек помещаем в банку, которую ставим на светлую бумагу и освещаем настольной лампой. Вторую партию лягушек помещаем в затемненный ящик. Отмечаем окраску лягушек в обоих случаях. Плавательную перепонку одной из задних лапок лягушек как из первой, так и из второй банки растягиваем на дощечке с отверстиями и помещаем под микроскоп.



**Рис. 75.**Схема строения надпочечника: 1- наружная капсула, 2-клубочковая зона, 3-пучковая зона, 4- сетчатая зона, 5- соединительнотканная капсула, отделяющая кору надпочечника от мозгового слоя, 6- мозговой слой



**Рис. 76.** Микроструктура надпочечника собаки (1.капсула, 2.корковый слой, 3.мозговой слой, 4.вегетативный ганглий, 5.кровоносные сосуды, 6.ремень для присоединения соединительной ткани, 7.клубочковая зона, 8.пучковая зона, 9.сосудистая зона, 10.хромофинные клетки, 11.капилляры)

Отмечаем состояние меланофоров каждой лягушки по 5-бальной системе. Светлым лягушкам под кожу вводим 0,2 мл раствора питуитрина и через 20-30 мин отмечаем состояние меланофоров по 5-бальной системе.

Вводим лягушкам из затемненной банки 0,5 мл адреналина. Через 10-20 мин оцениваем состояние меланофоров по той же системе. Зарисовываем состояние пигментных клеток во всех опытах. Отмечаем состояние пигментных клеток у лягушек обеих групп. Объясните влияние гормонов гипофиза и надпочечников на пигментные клетки.

## **Работа № 31. Результаты удаления поджелудочной железы у собаки**

Поджелудочная железа (панкреас) – крупная пищеварительная железа серо-розового цвета, дольчатого строения; ее масса у взрослых 70-80 г, достигает в длину 20 см и ширину 4 см. Она лежит забрюшинно, располагаясь поперечно на уровне 1 поясничного позвонка, за желудком, прилегая к аорте и нижней полой вене. Правая, более широкая часть железы – головка – лежит в подковообразном изгибе двенадцатиперстной кишки, а левая, суженная – хвост – достигает левой почки и селезенки. Средняя часть железы называется телом. Основную массу поджелудочной железы (80-85%) составляют экзокринные элементы, среди которых 80-95% приходится на ацинозные клетки; эти клетки секретируют ферменты (и небольшое количество неферментных белков). Центроацинозные и протоковые клетки секретируют воду, электролиты, слизь. Поджелудочная железа выделяет сок со средней скоростью 4,7 мл/мин. За сутки выделяется 1,5-2,5 л сока сложного состава. Сок представляет собой бесцветную прозрачную жидкость со средним содержанием воды 987 г/л. Щелочная среда сока (рН 7,5-8,8) обусловлена наличием в нем гидрокарбонатов (до 150 ммоль/л). В соке содержатся хлориды натрия и калия. Гидрокарбонаты сока участвуют в нейтрализации и ощелачивании кислого пищевого содержимого желудка в двенадцатиперстной кишке.

Сок поджелудочной железы богат ферментами, которые синтезируются в ацинозных панкреоцитах. Ферменты поджелудочного сока переваривают все виды питательных веществ. Амилаза, липаза и нуклеаза секретируются поджелудочной железой в активном состоянии, а протеазы – в виде энзимогенов. Трипсиноген сока поджелудочной железы в 12-перстной кишке под действием ее фермента энтерокиназы превращается в трипсин. В дальнейшем трипсиноген активируется трипсином. Химотрипсиноген активируется трипсином. Трипсин и химотрипсин, а также эластаза расщепляют преимущественно внутренние пептидные связи белков. Эти ферменты действуют и на высокомолекулярные полипептиды, в результате чего образуются низкомолекулярные пептиды и аминокислоты. В составе сока поджелудочной железы выделяется некоторое количество ингибитора трипсина. Поджелудочная железа синтезирует прокарбоксипептидазы А и В, проэластазы и профосфолипазу. Они активируются трипсином. Поджелудочная железа секретирует профермент – панкреатическую фосфолипазу, которая активируется трипсином. Так как триглицериды нерастворимы в воде, липаза действует только на поверхности жира. Чем больше суммарная площадь поверхности контакта жира и липазы, тем активнее идет его гидролиз. Поэтому эмульгирование жира имеет огромное значение для его переваривания. Эмульгирование обеспечивается желчью, точнее- ее

желчными кислотами и их солями. Активность липазы повышает также фермент колипаза. Она связывается с липазой в присутствии желчных солей и снижает оптимум рН действия фермента и способствует адсорбции липазы на слизистой оболочке кишки. Секреция поджелудочной железы регулируется нервными и гуморальными механизмами. И.П.Павлов показал, что раздражение блуждающего нерва вызывает выделение большого количества сока поджелудочной железы, богатого ферментами. Холинэргические волокна блуждающих нервов с помощью ацетилхолина действуют на М-холинорецепторы панкреатитов. Симпатические волокна, иннервирующие поджелудочную железу через бета-адренорецепторы, тормозят ее секрецию, усиливают синтез органических веществ в ней. Адренергические эффекты снижения секреции обеспечиваются и уменьшением кровоснабжения поджелудочной железы путем сужения кровеносных сосудов через их альфа-адренорецепторы. Торможение секреции вызывают болевые раздражения, сон, напряженная физическая и умственная работа и др. Секретин, холецистокинин усиливают секрецию поджелудочной железы. Секреция поджелудочной железы усиливается также гастрином, серотонином, инсулином, бомбезином, солями желчных кислот. Тормозят выделение поджелудочного сока глюкагон, соматостатин, вазопрессин, энкефалин, АКТГ, кальцитонин. Секреция сока поджелудочной железы усиливается

через 2-3 мин после приема пищи и продолжается 6-14 час. От количества и качества пищи зависит объем, состав выделяющегося сока, динамика выделения. Чем выше кислотность пищевого содержимого желудка, поступающего в 12-перстную кишку, тем больше выделяется сока поджелудочной железы и тем больше гидрокарбонатов в его составе.

Фазы секреции поджелудочной железы: 1) мозговая – обусловлена видом, запахом пищи и другими раздражителями, связанными с приемом пищи (условнорефлекторные раздражители), а также воздействиями на рецепторы слизистой оболочки рта, жеванием и глотанием (безусловно-рефлекторные раздражения). Нервные импульсы, возникающие в рецепторах, достигают продолговатого мозга и по волокнам блуждающего нерва поступают к железе и вызывают ее секрецию; 2) желудочная – секреция стимулируется и поддерживается путем ваговагального рефлекса с механо- и хеморецепторов желудка и с помощью гастрин; 3) кишечная – секреция стимулируется ваговагальным дуоденопанкреатическим рефлексом, но ведущее значение имеет высвобождение в кровь секретина и холецистокинина (ХЦК). Их высвобождение происходит при действии на слизистую оболочку 12-перстной кишки кислого ее содержимого. Секреторную функцию поджелудочной железы в опытах на собаках изучали Меринг и Минковский (1889).

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, операционный стол, перевязочный материал, спирт,

йод, эфир, хлороформ, физраствор и др., собака.

**Ход работы:** По средней линии живота делаем кожно-мышечный разрез длиной 8-10 см. Правой рукой вытягиваем 12-перстную кишку из-под правого подреберья и опрокидываем ее на левую руку дорзальной поверхностью кверху. Отыскиваем большой проток поджелудочной железы. Кровеносные сосуды, расположенные над протоком, тщательно перевязываем и рассекаем между двумя нитками. Сквозь брыжейку под кишкой проводим два желобоватых зонда так, чтобы проток находился между ними, а концы зондов перекрещивались под кишкой. Острым скальпелем по серозной оболочке намечаем участок кишки, в который впадает проток поджелудочной железы. Участок стенки 12-перстной кишки в месте впадения протока поджелудочной железы иссекаем. Целостность кишки восстанавливаем швами, а иссеченный участок с выводным протоком в центре вшиваем в кожную рану. Шов смазываем йодом. До опыта собака голодает 14-18 час.; секреция поджелудочного сока отсутствует. Даем пищевой раздражитель. Через 2-3 мин начинает отделяться сок. Анализируем кривые отделений поджелудочного сока на основные пищевые раздражители (хлеб, мясо, молоко) и убеждаемся, что они неодинаковы. Результаты оформляем.

## **Работа № 32. Влияние инсулина на уровень сахара в крови**

Инсулин вырабатывается бета-клетками Лангергансовых островков поджелудочной железы. Он играет значительную роль в регуляции обмена углеводов в организме. Под его действием в крови снижается количество глюкозы. Это происходит за счет превращения глюкозы в гликоген в печени и мышцах. Инсулин способствует повышению проницаемости клеточных мембран для глюкозы, тормозит распад белка, сопровождающийся превращением его в глюкозу, способствует синтезу высших жирных кислот и задерживает их распад. При недостаточной выработке инсулина бета-клетками или нарушением восприятия гормона рецепторами клеток развивается сахарный диабет. При этом заболевании в крови постоянно повышен уровень глюкозы, которая не может утилизироваться в клетке. В результате возникает недостаток энергии, поскольку глюкоза является основным источником энергии для организма.

**Необходимо для работы:** белые крысы, мыши или кролики (4 штуки), голодавшие в течение суток, шприц с иглами, инсулин, 20% раствор глюкозы, физраствор.

**Ход работы:** Берем трех животных, взвешиваем, вводим им шприцем под кожу инсулин в дозах соответственно: 1 ед./100 г веса; 5ед./100 г и 10ед./100 г веса. Четвертому - контрольному животному вводим подкожно 0,5-1,0 мл физраствора. Помещаем

животных под стеклянные колпаки и наблюдаем за их поведением. При развитии гипогликемического шока внутрибрюшинно или внутривенно вводим животным 0,5-1,0 мл 20% раствора глюкозы. Сравниваем поведение и состояние экспериментальных и контрольных животных; результаты оформляем.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Роль гормонов в регуляции функций организма.  
Свойства гормонов
2. Основные железы внутренней секреции. Методы исследования их функций
3. Внутренняя секреция поджелудочной железы
4. Мозговое вещество надпочечников
5. Кора надпочечников.  
Глюкокортикоиды. Минералкортикоиды.
6. Нейрогипофиз. Его связь с центрами гипоталамуса
7. Аденогипофиз. Роль гормонов аденогипофиза в регуляции роста и деятельности других желез внутренней секреции

### РАЗДЕЛ III. КРОВЬ

Внутренняя среда организма представлена тканевой (интерстициальной) жидкостью, лимфой и кровью, состав и свойства которых связаны между собой. Между кровью и тканевой жидкостью происходит постоянный обмен веществ и транспорт воды, несущей растворенные в ней продукты обмена, гормоны, газы, биологически активные вещества. Следовательно, внутренняя среда организма представляет собой единую систему гуморального транспорта, включающую общее кровообращение и движение в последовательной цепи: кровь – тканевая жидкость – ткань (клетка) – тканевая жидкость – лимфа – кровь. Из этой схемы видно, как тесно связан состав крови не только с тканевой жидкостью, но и с лимфой. Кровь как ткань обладает следующими особенностями: 1) все ее части образуются за пределами сосудистого русла; 2) межклеточное вещество ткани является жидким; 3) составная часть крови находится в постоянном движении. Кровь животных заключена в систему замкнутых трубок – кровеносных сосудов и состоит из жидкой части – плазмы (52-60%) и форменных элементов – эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов (40-48%). Это соотношение получило название гематокритного числа. У человека кровь составляет 6-7% от массы тела. Для человека массой тела 70 кг в среднем кровь составляет 5-6 литров. Артериальная кровь ярко красного цвета, в ее составе около 20% кислорода; венозная кровь темно красного цвета, в ее

составе около 12% углекислого газа.

Основными функциями крови являются:

- 1. транспортная** – кровь переносит необходимые для жизнедеятельности органов и тканей различные вещества, газы и продукты обмена. Транспортная функция осуществляется как плазмой, так и форменными элементами, которые переносят все вещества, входящие в состав крови. Многие из них переносятся в неизменном виде, другие вступают в нестойкие соединения с различными белками. Благодаря транспорту осуществляется дыхательная функция крови. Кровь осуществляет перенос гормонов, питательных веществ, продуктов обмена, ферментов, различных биологически активных веществ, солей, кислот, щелочей, катионов, анионов, микроэлементов и др. С транспортом связана и экскреторная функция крови – выделение из организма метаболитов, отслуживших свой срок или находящихся в данный момент в избытке веществ;
- 2. защитная** – с наличием в крови лейкоцитов связана специфическая (иммунитет) и неспецифическая (фагоцитоз) защита организма. В составе крови содержатся все компоненты системы комплемента, играющей важную роль, как в специфической, так и неспецифической защите. К защитным функциям относится сохранение циркулирующей крови в жидком состоянии и остановка кровотечения (гомеостаз) в случае нарушения целостности сосудов;
- 3. гуморальная регуляция деятельности организма** – связана с поступлением в циркулирующую кровь

гормонов, биологически активных веществ и продуктов обмена. Благодаря регуляторной функции крови осуществляется сохранение постоянства внутренней среды организма, водного и солевого баланса тканей и температуры тела, контроль за интенсивностью обменных процессов, регуляция гемопоеза и других физиологических функций.

Все функции крови связаны между собой и неотделимы друг от друга.

Плазма представляет собой жидкую часть крови желтоватого цвета, в состав которой входят различные соли (электролиты), белки, липиды, углеводы, продукты обмена, гормоны, ферменты, витамины и растворенные в ней газы. Состав плазмы отличается относительным постоянством и во многом зависит от приема пищи, воды и солей. Концентрация глюкозы, белков, всех катионов, хлора и гидрокарбонатов удерживается в плазме на постоянном уровне и лишь на короткое время может выходить за пределы нормы. Содержание других составных элементов плазмы – фосфатов, мочевины, мочевой кислоты, нейтрального жира может варьировать в широких пределах, не вызывая расстройств функций организма. Минеральные вещества плазмы составляют 0,9%, содержание глюкозы в крови 4,5-6,5 ммоль/л. Растворы, имеющие одинаковое с кровью осмотическое давление, называются изотоническими, или физиологическими. К растворам для теплокровных животных и человека относятся 0,9% раствор натрия хлорида и 5% раствор глюкозы.

Растворы, имеющие большее осмотическое давление, чем кровь, называются гипертоническими, а меньшее – гипотоническими. Относительная плотность крови колеблется от 1,058 до 1,062 и зависит от содержания эритроцитов. Относительная плотность плазмы крови определяется концентрацией белков и составляет 1,029 – 1,032. Вязкость крови определяется по отношению к вязкости воды и соответствует 4,5-5,0 и зависит главным образом от содержания эритроцитов и в меньшей степени от белков плазмы. Вязкость венозной крови несколько больше, чем артериальной, что обусловлено поступлением в эритроциты углекислого газа. Вязкость плазмы не превышает 1,8-2,2. При обильном белковом питании вязкость плазмы и крови может повышаться. Осмотическое давление крови – это сила, заставляющая переходить растворитель (для крови это вода) через полупроницаемую мембрану из менее в более концентрированный раствор. Осмотическое давление крови равно 7,6 атм.; оно зависит от растворенных в ней низкомолекулярных соединений, главным образом солей. Около 60% этого давления создается хлоридом натрия. Осмотическое давление в крови, лимфе, тканевой жидкости, тканях приблизительно одинаково и отличается постоянством. Даже, когда в кровь поступает значительное количество воды или соли, осмотическое давление не изменяется, потому что вода быстро выводится почками и переходит в ткани и клетки, что восстанавливает исходную величину осмотического давления. Если в крови повышается

концентрация солей, то в сосудистое русло переходит вода из тканевой жидкости, а почки начинают усиленно выводить соли. Продукты переваривания белков, жиров и углеводов, всасывающиеся в кровь и лимфу, а также низкомолекулярные продукты клеточного метаболизма могут изменять осмотическое давление в небольших пределах. Поддержание постоянства осмотического давления играет важную роль в жизнедеятельности клеток. Для обеспечения жизнедеятельности изолированных органов и тканей, а также при кровопотере используют растворы, близкие по ионному составу к плазме крови. Из-за отсутствия коллоидов (белков) растворы Рингера-Локка и Тирода не способны на длительное время задерживать воду в крови – вода быстро выводится почками и переходит в ткани. Важнейшей составной частью плазмы являются белки, содержание которых составляет 7-8% от массы плазмы. Белки плазмы – альбумины, глобулины и фибриноген. К альбуминам относятся белки с относительно малой молекулярной массой (около 70000), их 4-5%, к глобулинам – крупномолекулярные белки (450000) – их количество доходит до 3%. На долю глобулярного белка фибриногена (340000) приходится 0,2-0,4%. Методом электрофореза глобулины подразделяются на альфа1-, альфа2- и гамма-глобулины. Функции белков плазмы разнообразны: они обеспечивают онкотическое давление крови, от которого зависит обмен воды и растворенных в ней веществ между кровью и тканевой жидкостью; регулируют рН крови благодаря наличию

буферных свойств; влияют на вязкость крови и плазмы, что важно для поддержания нормального уровня давления крови, обеспечивают гуморальный иммунитет, или являются антителами (иммуноглобулинами); принимают участие в свертывании крови; способствуют сохранению жидкого состояния крови, т.к. входят в состав противосвертывающих веществ, именуемых естественными антикоагулянтами; служат переносчиками ряда гормонов, липидов, минеральных веществ и др.; обеспечивают процессы репарации, роста и развития различных клеток организма. Онкотическое давление является частью осмотического давления и не превышает 30 мм рт.ст. Онкотическое давление в большей степени зависит от альбуминов (80% онкотического давления создают альбумины), что связано с их относительно малой молекулярной массой и большим количеством молекул в плазме. Оно играет важную роль в регуляции водного обмена; чем больше его величина, тем больше воды удерживается в сосудистом русле и тем меньше ее переходит в ткани и наоборот. Онкотическое давление влияет на образование тканевой жидкости, лимфы, мочи и всасывание воды в кишечнике. При снижении концентрации белка в плазме развиваются отеки, т.к. вода перестает удерживаться в сосудистом русле и переходит в ткани. Температура крови во многом зависит от интенсивности обмена веществ того органа, от которого оттекает кровь, и колеблется в пределах 37-

40°C. При движении крови происходит выравнивание температуры в различных сосудах, создаются условия для отдачи или сохранения тепла в организме. В норме рН крови соответствует 7,36-7,4, т.е. реакция слабощелочная. Колебания рН величины крови незначительны: в условиях покоя рН артериальной крови соответствует 7,4, в венозной – 7,34; в клетках и тканях – 7,2 иногда 7,0, что зависит от образования в них в процессе обмена веществ «кислых» продуктов метаболизма. При различных физиологических состояниях рН крови может изменяться в кислую (до 7,3) или щелочную (до 7,5) сторону. Более значительные отклонения рН сопровождаются тяжелыми последствиями для организма. При рН крови 6,95 наступает потеря сознания; если концентрация ионов  $H^+$  уменьшается и рН становится равным 7,7, то наступают тяжелейшие судороги (тетания). В процессе обмена веществ ткани выделяют в тканевую жидкость и в кровь «кислые» продукты обмена, что приводит к сдвигу рН в кислую сторону. В результате интенсивной мышечной деятельности в кровь человека поступает в течение нескольких минут до 90 г молочной кислоты. Если это количество молочной кислоты прибавить к объему дистиллированной воды, равной объему циркулирующей крови, то концентрация ионов  $H^+$  возрастет в ней в 40000 раз. В связи с наличием буферных систем крови, реакция крови в этих условиях практически не изменяется. В организме постоянство рН сохраняется за счет работы почек и

легких, удаляющих из крови углекислый газ, избыток солей, кислот и щелочей. Постоянство рН крови поддерживается буферными системами: гемоглибиновой, карбонатной, фосфатной и белками плазмы. Самой мощной является буферная система гемоглибина; на ее долю приходится 75% буферной системы крови. Эта система включает восстановленный гемоглибин (ННЬ) и калиевую соль восстановленного гемоглибина (КНЬ). Буферные свойства системы обусловлены тем, что КНЬ как соль слабой кислоты отдает ион  $K^+$  и присоединяет при этом ион  $H^+$ , образуя слабодиссоциированную кислоту. В легких гемоглибин ведет себя как кислота, что предотвращает защелачивание крови. Функции карбонатной буферной системы осуществляются следующим образом: если в кровь поступает кислота более сильная, чем угольная, то происходит обмен ионами натрия с образованием слабодиссоциированной и легко растворимой угольной кислоты, что предотвращает повышение концентрации ионов  $H^+$  в крови. Увеличение концентрации угольной кислоты приводит к ее распаду на воду и углекислый газ; последний поступает в легкие и выделяется в окружающую среду. Если в кровь поступает основание, образуется натрия гидрокарбонат и вода, что вновь препятствует сдвигу рН в щелочную сторону. Белки плазмы крови играют роль буфера, т.к. обладают амфотерными свойствами: в кислой среде ведут себя как основания, а в щелочной – как кислоты. В поддержании постоянства рН крови

важная роль отводится нервной регуляции. При этом раздражаются хеморецепторы сосудистых рефлексогенных зон, импульсы от которых поступают в продолговатый мозг и другие отделы ЦНС, что рефлекторно включает в реакцию периферические органы – почки, легкие, потовые железы, ж/к тракт и др., деятельность которых направлена на восстановление исходной величины рН. При различных патологических состояниях может наблюдаться сдвиг рН как в кислую (ацидоз), так и в щелочную (алкалоз) сторону. Кровь представляет собой суспензию (взвесь), т.к. форменные элементы ее находятся в плазме во взвешенном состоянии. Величина СОЭ зависит от возраста и пола. У новорожденных СОЭ равна 1-2 мм/час, у детей старше одного года и у мужчин – 6-12 мм/час, у женщин – 8-15 мм/час, у пожилых людей обоего пола – 15-20 мм/час. Большое влияние на величину СОЭ оказывает содержание фибриногена: при увеличении его концентрации более 4 г/л СОЭ повышается. СОЭ резко повышается при беременности, когда содержание фибриногена в плазме возрастает, а также при воспалительных, инфекционных, онкологических заболеваниях, уменьшении числа эритроцитов (анемии). Все форменные элементы крови – эритроциты, лейкоциты и тромбоциты образуются в красном костном мозге из единой полипотентной стволовой клетки (ПСК). Несмотря на то, что все клетки крови являются потомками единой кроветворной клетки, они несут различные специфические функции;

они независимо от их специфики, участвуют в транспорте различных веществ, выполняют защитные и регуляторные функции.

### **Работа № 33. Способы получения крови у различных животных**

**Необходимо для работы:** препараты крови различных животных, микроскоп, спирт, эфир, шприц, канюля, физраствор, 5%-й раствор цитрата натрия, предметные стекла, вата и т.д.

**Ход работы:** У животных кровь берут из ушной вены или используют кровь из крупной артерии и вены. Перед взятием крови очищают ухо кролика от шерсти и протирают ватой, смоченной спиртом. Краевую вену уха кролика прокалываем иглой и забираем кровь в необходимом количестве. У собак и сельскохозяйственных животных крайнюю вену отсекают скальпелем и забирают кровь в нужном количестве. Чтобы приостановить кровотечение, зажимают сосуд. У птиц участок под крылом очищают от пуха, протирают спиртом, находят вену и с помощью шприца вытягивают нужное количество крови. Надо заметить, что, по сравнению с другими животными, у птиц свертываемость крови высокая; в связи с этим кровь перемешивается с раствором, предотвращающим свертывание крови. Чтобы рассмотреть эритроциты крови различных животных под микроскопом, необходимо из взятой крови приготовить препарат. Для этого каплю крови размазывают на предметном стекле и просушивают.

Препарат ставят сначала под малое увеличение, а затем под большим увеличением рассматривают эритроциты. У различных животных эритроциты разнятся различной формой, размерами и присутствием или отсутствием в них ядер.

### **Работа №34. Получение крови для анализа**

Для проведения экспериментальных работ используют кровь животных. Кровь берут из ушной вены кролика.

**Необходимо для работы:** пинцет, игла от шприца, пробирка, иод, спирт, вата, кролик.

**Ход работы:** Для работы используем здорового кролика. Предварительно необходимо напоить его водой. Пинцетом удаляем волосы с кожи по краю уха, где хорошо видна вена. Иглой прокалываем вену и кровь собираем в пробирку. После сбора крови в количестве 70-80 мл, место прокола затыкаем ватным тампоном.

#### **Получение крови для анализа у человека**

**Необходимо для работы:** скарификаторы, ватные шарики, спирт, иод, эфир.

**Ход работы:** Для получения небольших количеств крови у человека необходимо произвести прокол кожи. Кровь берем у взрослых людей из подушечек пальцев руки, у маленьких детей – из пятки или из мочки уха. Для прокола кожи используют скарификатор, представляющий собой стальную пластинку с лезвием и ограничителем глубины прокола. Скарификатор

необходимо тщательно продезинфицировать. Один студент берет кровь у другого. Брать кровь у себя не следует. Дающий кровь садится боком к столу и кладет руку на стол ладонью кверху. Кожу концевой фаланги IV или III пальца тщательно протираем спиртом. Перед проколом кожа должна быть сухой. Сдавливаем мякоть концевой фаланги с боков и быстрым резким движением скарификатора прокалываем кожу. Глубина прокола должна быть такой, чтобы кровь выступала без надавливания. Первую каплю крови стираем, следующую используем для анализа. Капля не должна растекаться по коже.

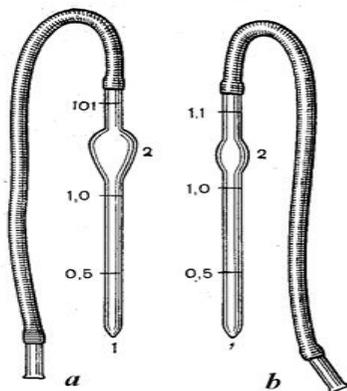
Приборы для счета форменных элементов крови: микроскоп, счетная камера с сеткой Горяева, смесители для эритроцитов и лейкоцитов, шлифованные покровные стекла. Количество эритроцитов и лейкоцитов выражают числом их в 1 мкл крови. Счет производим в счетных камерах. Для подсчета небольшое количество крови разбавляем 2% раствором хлорида натрия или раствором Гайема, для чего служат смесители. Смеситель состоит из капиллярной трубки с расширением (ампулой), в которой находится стеклянный шарик для лучшего перемешивания взвеси форменных элементов. На короткий конец смесителя надевают резиновую трубку. Имеются смесители для счета эритроцитов и лейкоцитов. Каждый смеситель имеет 3 метки: 2 из них - 0,5 и 1 - нанесены на длинном конце капиллярной трубки, а одна – над ампулой. У смесителя для лейкоцитов метка над ампулой 11, а у смесителя для

эритроцитов- 101. Эти цифры показывают, что объем ампул смесителя для лейкоцитов в 10 раз больше, чем объем капилляра до метки 1, и в 20 раз больше, чем до метки 0,5. Следовательно, кровь может быть разведена в 10 или 20 раз. В смесителе для эритроцитов объем ампулы в 100 раз больше объема капилляра до метки 1 и в 200 раз больше, чем до метки 0,5. Таким образом, кровь можно развести в 100 или 200 раз.

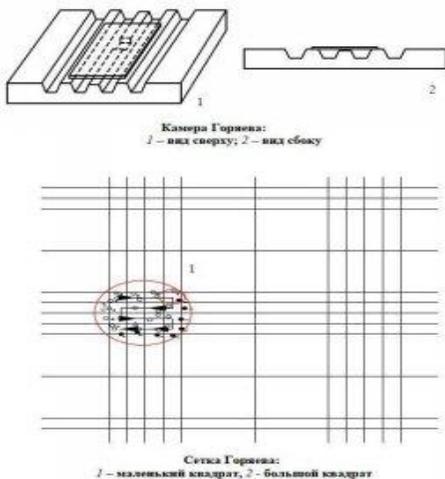
Подсчет форменных элементов во взвеси производим в счетных камерах с сеткой. Счетная камера состоит из толстого предметного стекла, средняя часть которого разделена поперечными канавками на площадки. Центральная площадка на 1/10 мм ниже соседних и делится коротким желобком на 2 части, на каждой из которых нанесена сетка. Сетка Горяева состоит из больших и малых квадратов. Часть больших квадратов разделена на малые квадраты по 16 в каждом. Сторона малого квадрата равна 1/20 мм, а площадь его  $1/20 \times 1/20 = 1/400$  кв.мм. Если на боковые площадки наложить покровное стекло, то расстояние между ним и сеткой (глубина камеры) будет равной 1/10 мм, а объем пространства над одним малым квадратом будет равен  $1/10 \times 1/400 = 1/4000$  кв.мм.

## Работа № 35. Подсчет эритроцитов

Эритроциты впервые обнаружил в крови лягушки Мальпиги (1661), а Левенгук (1673) оказал, что они также присутствуют в крови человека и млекопитающих. В крови человека эритроциты имеют форму двояковыпуклого диска диаметром 8,0-8,5 мкм, толщиной 2,0-2,5 мкм, площадь поверхности 145 кв.мкм, объем 86 куб.мкм. В нрме число эритроцитов у мужчин 4-5 млн, у женщин не превышает 4,5 млн. При беременности число эритроцитов снижается до 3,5-3,0 млн, что считается нормой. У человека массой тела 60 кг число эритроцитов равняется 25 триллионам. Если положить все эритроциты человека один на другой, то получится «столбик» высотой более 60 км. При различных заболеваниях количество эритроцитов может уменьшаться. Уменьшение числа эритроцитов называется «эритропения» (часто сопутствует малокровию), а увеличение их числа – «эритроцитоз».



**Рис. 77.** Смесители для эритроцитов (а0 и лейкоцитов ):  
1-капилляр, 2-ампула



**Рис. 78.** Счетная камера Горяева: 1-вид сверху, 2-вид сбоку, 3-счетная клетка

**Необходимо для работы:** микроскоп, счетная камера с сеткой Горяева, смесители для эритроцитов, шлифованные покровные стекла, стерильный скарификатор, 3% раствор хлорида натрия или цитрата натрия, вата, эфир, мод.

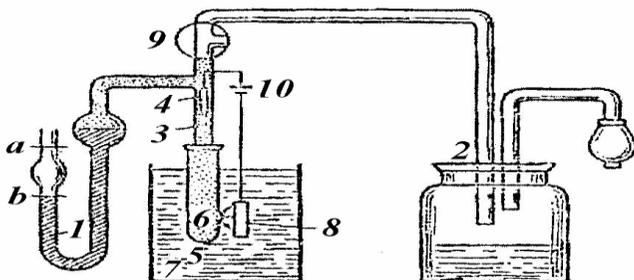
**Ход работы:** Обрабатываем безымянный палец левой руки спиртом или эфиром, затем прокалываем его скарификатором. Первую каплю удаляем ватой, смоченной спиртом, а во вторую каплю опускаем кончик смесителя и набираем его до метки 0,5. Обтираем кончик смесителя ватой или фильтровальной бумагой и насасываем в него раствор хлорида или цитрата натрия до метки 100. Т.о. достигается разбавление в 200 раз. Кровь тщательно перемешиваем, выдуваем несколько капель из

смесителя, 4-5-ю каплю наносим на камеру Горяева. Накрываем камеру покровным стеклом и ставим под микроскоп. Подсчитываем количество эритроцитов в 5 больших квадратах (каждый квадрат состоит из 16 маленьких квадратиков), расположенных по диагонали. Полученную сумму эритроцитов делим на 80 и находим среднее арифметическое число эритроцитов в маленьком квадрате. Это число умножаем на 4000 и получаем количество эритроцитов в 1 куб.мм. Т.к. кровь разводили в 200 раз, то, умножив содержание эритроцитов в 1 куб.мм на 200, получим количество клеток в 1 куб.мм цельной крови (Э):  $Э = A \times 200 \times 4000 / 80$ . В норме оно равно 4,5-5,0 млн.

### **Работа №36. Автоматический подсчет эритроцитов**

Для подсчета форменных элементов крови используют прибор под названием Целлоскоп. Этот прибор состоит из электронного блока и блока воспринимающего устройства. На передней панели прибора расположены экран осциллоскопа, счетчик форменных элементов, ручка управления дискриминатором, ручка управления фокусировкой и управление яркостью луча осциллоскопа. Принцип работы состоит в том, что тончайшая струя пробы крови перемещается под действием вакуума в электрическом поле через калиброванное отверстие (апертуру). Специальное автоматическое устройство обеспечивает включение счетчика в момент прохождения струи пробы крови через апертуру на

строго определенный отрезок времени, что дает возможность сразу определить содержание эритроцитов в 1 куб.мм.



**Рис. 79.** Схема целлоскопа: 1- ртутный манометр, 2 -система вакуума, 3- стеклянный сосуд, 4- электрод, 5- пробирка, 6- калибровочное отверстие, 7- стакан, 8- 2-й электрод, 9- кран, 10- источник тока

**Необходимо для работы:** кровь человека, скарификатор, фильтровальная бумага, вата, растворы для разбавления крови ( раствор 1 состоит из смеси 9,670 мл 0,9% раствора хлорида натрия, 6 мл 3% раствора пищевой (чайной) соды, 7,2 мл 35% раствора формалина, 250 мл триоксиметиламинометана, рН раствора 7-7,2; раствор 2 – это 0,9% раствор хлорида натрия; 3 – 2% раствор сапонины в 0,9% растворе хлорида натрия), спирт, вата, эфир, йод, целлоскоп.

**Ход работы:** Кровь обычным способом получаем из пальца. При помощи специального капилляра берем до метки кровь и смешиваем ее с предварительно налитой в пробирку 4 мл раствора 1. Смесь тщательно перемешиваем и берем из нее 0,05 мл и вливаем в стаканчик с 20 мл раствора 2. Стакан с пробой крови

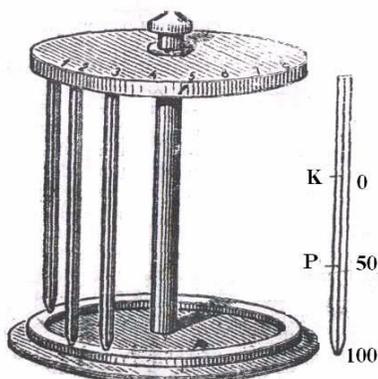
помещаем в прибор. Кран переводим на белый знак, после чего ртуть в монометре начинает опускаться, а на экране осциллоскопа появляются вертикальные линии, соответствующие числу форменных элементов, проходящих в отверстие апертурной трубки. Когда ртуть доходит до уровня «б», автоматически включается счетчик, после достижения ртутью уровня «а» счетчик также автоматически выключается. За это время регистрируется число форменных элементов в объеме пробы, отдозированном таким образом, что приписывание к показаниям счетчика четырех нулей дает содержание эритроцитов в 1 куб.мл цельной крови. Дискриминатор при подсчете эритроцитов необходимо установить по шкале на деление «7», при этом частицы с меньшим диаметром, чем средний диаметр эритроцитов, счетчиком не учитываются.

### **Работа № 37. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)**

**Необходимо для работы:** кровь студента, набор для взятия крови из пальца, ватные тампоны, спирт для дезинфекции, прибор Панченкова с капилляром, часовое стекло, 5% раствор цитрата натрия.

**Ход работы:** Скорость оседания эритроцитов невелика, но она повышается при заболеваниях. У взрослых и детей дошкольного и школьного возраста СОЭ в норме равняется 4-10 мм/час (у женщин до 15 мм/час). У новорожденных 0,5-2 мм/час. Наиболее распространенным способом определения СОЭ

является способ Панченкова.



**Рис. 80.** Прибор Панченкова: А-общий вид, В-капиллярная пипетка, Р-раствор, К-кровь

Прибор Панченкова состоит из штатива и капилляров диаметром 1мм и объемом 100 мкм. Пипетка градуирована по 1 мм от 0 (верхняя метка) до 100. Кроме этого, на уровне метки 0 имеется метка К (кровь), а на уровне 50 мм – Р (реактив). Промываем одну из пипеток раствором цитрата натрия (5%), затем набираем цитрат натрия до метки Р и выпускаем его на часовое стекло. Прокалываем подушечку пальца так, чтобы выступила большая капля крови. Первую каплю стираем сухим тампоном и, введя во вторую каплю конец пипетки, а противоположный конец – чуть наклонно вниз, набираем в нее кровь до метки К. Выпускаем кровь на часовое стекло и тщательно перемешиваем ее с раствором цитрата натрия. Полученную таким образом цитратную кровь в соотношении 4:1 (4 части крови, 1 часть 5% раствора цитрата натрия) заполняем капилляр этой смесью до

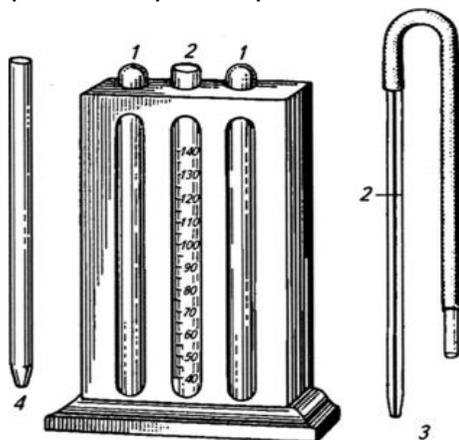
метки К. Пипетку укрепляем в штативе вертикально и отмечаем время. Через 60 мин определяем длину столбика плазмы, свободного от эритроцитов (в мм). Эта цифра показывает СОЭ в час. В норме у мужчин СОЭ находится в пределах 4-9 мм/час, у женщин- 7-12 мм/час. При воспалительном процессе СОЭ повышается. Полученные данные отмечаем в тетради.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Кровь как внутренняя среда организма. Ее функции и значение. Форменные элементы и плазма крови
2. Относительная плотность и вязкость крови и плазмы. Особенности у детей Строение и функции эритроцитов. Их количество в крови взрослых и детей разного возраста
3. Техника взятия крови для анализа
4. Приборы для разведения и счета эритроцитов. Методика счета
5. Факторы, определяющие скорость оседания эритроцитов. Величина СОЭ у здорового взрослого человека и детей
6. Методы определения СОЭ
7. Строение прибора Панченкова

## Работа № 38. Разрушение кровяных телец под влиянием алкоголя

**Необходимо для работы:** кровь человека, 2 пенициллиновых флакона, 0,9% раствор хлорида натрия, 40% раствор этилового спирта.



**Рис. 81.** Гемометр Сали:

1 - пробирки со стандартным раствором; 2- пробирка для исследуемой крови; 3 - пипетка для крови; 4 - пипетка для воды

**Ход работы:** Кровь распределяем на два пенициллиновых флакона, в один из которых добавляем небольшое количество 0,9% раствора хлорида натрия, а в другой – столько же спиртового раствора; содержимое взбалтываем и смотрим на свет. В первом флаконе эритроциты сохраняются и придают раствору мутный цвет. Во втором флаконе эритроциты склеиваются, образуя комочки, а затем разрушаются, и гемоглобин из них выходит в раствор. Получается «лаковая» кровь – такая кровь теряет способность транспортировать кислород. Лейкоциты

под влиянием спирта теряют способность к фагоцитозу и также разрушаются. Следовательно, алкоголь разрушает кровяные тельца. Если крови мало, берем два предметных стекла, капаем на них по 2-3 капли крови; на одно стекло прибавляем 2-3 капли физраствора, а на другое такое же количество спирта. Перемешиваем и через 2-3 минуты увидим, что на первом стекле эритроциты не разрушились, а на втором сначала произошло склеивание эритроцитов в комочки, а затем из разрушение – гемолиз. Результаты оформляем.

### **Работа № 39. Определение содержания гемоглобина**

Основные функции эритроцитов обусловлены наличием в их составе особого белка хромопротеида – гемоглобина (НЬ), молекулярная масса которого у человека равна 68800. Гемоглобин состоит из белковой (глобин) и железосодержащей (гем) частей. На 1 молекулу глобина приходится 4 молекулы гема. В крови здорового человека содержание гемоглобина составляет 120-165 г/л (120-150 г/л для женщин и 130-160 г/л для мужчин). У беременных содержание гемоглобина может понижаться до 110 г/л, что не является патологией. Основное назначение гемоглобина – транспорт кислорода и углекислого газа; гемоглобин обладает буферными свойствами, а также способностью связывать некоторые токсичные вещества. Гемоглобин человека и различных

животных имеет разное строение. Это касается белковой части – глобина, т.к. гем у всех представителей животного мира имеет одну и ту же структуру. Гем состоит из молекулы порфирина, в центре которого расположен ион двухвалентного железа, способный присоединять кислород. Структура белковой части гемоглобина человека неоднородна, благодаря чему белковая часть разделяется на ряд фракций. Большая часть гемоглобина взрослого человека (95-98%) состоит из фракции А (взрослый); 2-3% всего гемоглобина приходится на фракцию А<sub>2</sub>; в эритроцитах взрослого человека находится и фетальный (плод) (F) гемоглобин, содержание которого в норме подвержено колебаниям, хотя редко превышает 1-2%. Гемоглобин А и А<sub>2</sub> обнаруживается во всех эритроцитах; гемоглобин F содержится у плода; к моменту рождения ребенка на его долю приходится 70-90% и имеет большее сродство к кислороду, чем гемоглобин А, что позволяет тканям плода не испытывать гипоксии, несмотря на относительно низкое напряжение кислорода в его крови. Гемоглобин образует соединения с кислородом, углекислым и угарным газом. Гемоглобин, присоединивший кислород – оксигемоглобин (HНЬО<sub>2</sub>), отдавший кислород – восстановленный или редуцированный (HНЬ). В артериальной крови преобладает содержание оксигемоглобина. В венозной крови до 35% всего гемоглобина приходится на HНЬ. Кроме этого, часть гемоглобина через аминную группу связывается с углекислым газом,

образуя карбогемоглобин ( $\text{HН}\cdot\text{СО}_2$ ), благодаря чему переносится 10-20% всего транспортируемого кровью углекислого газа. Гемоглобин образует прочную связь с угарным газом ( $\text{СО}$ ). Это соединение называется карбоксигемоглобином ( $\text{HН}\cdot\text{СО}$ ). Сродство гемоглобина к  $\text{СО}$  значительно выше, чем к кислороду, поэтому гемоглобин присоединивший  $\text{СО}$ , не способен связываться с кислородом. Однако при вдыхании чистого кислорода резко возрастает его распад; этим пользуются на практике для лечения отравлений  $\text{СО}$ . Сильные окислители (ферроцианид, бертолетова соль, пероксид, или перекись водорода и др.) изменяют заряд железа от 2-хвалентного до 3-хвалентного, в результате чего возникает окисленный гемоглобин – прочное соединение гемоглобина с кислородом, называемое метгемоглобином. При этом нарушается транспорт кислорода, что приводит к тяжелейшим последствиям для человека.

**Необходимо для работы:** кровь студента, набор для взятия крови из пальца, гемометр Сали, 0,1 нормальный раствор соляной кислоты, дистиллированная вода, пипетка для воды, капилляр. Способ определения количества гемоглобина в крови был предложен швейцарским врачом Г.Сали. Гемометр Сали состоит из трех пробирок в штативе. Две стандартные пробирки запаяны, они содержат стандартный раствор солянокислого гематина, имеющий светло-коричневый цвет. Третья, открытая пробирка, служит для разведения исследуемой крови, на ней нанесены деления.

**Ход работы:** Готовим гемометр к работе. Для этого в градуированную пробирку наливаем раствор соляной кислоты до кольцевой метки на ее нижней части. Прокалываем подушечку пальца и первую каплю крови стираем сухой ватой. Погружаем конец капилляра, прилагаемого к гемометру, во вновь выступившую каплю крови и набираем ее до метки (20 мкл). Затем кровь из капилляра осторожно выдуваем в раствор, находящийся в средней пробирке, а капилляр промываем несколько раз этим же раствором. Содержимое пробирки перемешиваем стеклянной палочкой и оставляем на 5-7 минут, за это время разрушаются эритроциты и гемоглобин при взаимодействии с соляной кислотой переходит в солянокислый гематин, окрашивающий раствор в коричневый цвет. Затем пипеткой добавляем каплями дистиллированную воду в пробирку, постоянно перемешивая осадок стеклянной палочкой. Когда цвет раствора в пробирке сравнится со стандартным, определяем, какой цифре стандартной шкалы соответствует уровень раствора в пробирке. Метка, которой достигнет раствор, показывает, какое количество гемоглобина имеется у испытуемого (в норме оно составляет 14-17 г/% или 84-102 г/л). У жителей горных районов количество гемоглобина высокий.

## Работа № 40. Вычисление цветового показателя крови

Цветовой показатель есть частное от деления относительного содержания гемоглобина (Нь) на относительное количество эритроцитов (Э) в крови. Цветовой показатель характеризует степень насыщения эритроцитов гемоглобином. Относительное содержание Нь выражают в процентах условной нормы, принятой за 167 г/л, т.е. единицами гемоглобина. Относительное количество эритроцитов узнают, поделив найденное количество их в 1 мкл на среднее содержание эритроцитов в крови здорового человека, т.е. на 5 млн (мальчики, взрослые мужчины) или на 4,5 млн (девочки, взрослые женщины), с последующим умножением на 100. Например, при 4,2 млн эритроцитов у мальчика-подростка  $\text{Э} = 4,2 \times 100 / 5,0 = 84\%$ . Зная Нь и эритроциты, для определения цветового показателя (ЦП) первую величину делим на вторую:  $\text{ЦП} = \text{Нь} / \text{Э}$ . Если Нь в единицах равен 70, а Э – 84, то  $\text{ЦП} = 70 / 84 = 0,83$ .

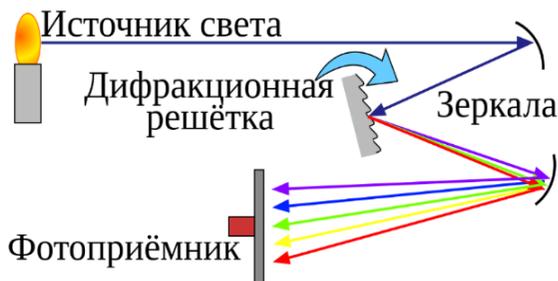


Рис. 82. Спектроскоп

У здоровых детей дошкольного и школьного возраста, как и у взрослых, ЦП = 0,75-0,85. При анемиях величина его может быть больше указанного числа (гиперхромная анемия) и меньше (гипохромная анемия). У новорожденных детей ЦП в норме в первые дни жизни несколько превышает единицу. ЦП можно рассчитать по упрощенной формуле: ЦП=содержание гемоглобина в г/лх3 /три первые цифры числа эритроцитов в 1 мкл крови. В настоящее время содержание Нь в эритроците часто выражают в абсолютных единицах- пикограммах (ПГ). В норме в эритроците содержится в среднем 33,2 ПГ Нь.

#### **Работа № 41. Фотоэлектроколориметрический способ определения гемоглобина (экспресс-метод)**

Принцип действия фотоэлектроколориметра состоит в следующем: раствор, содержащий гемоглобин, помещаем между источником света и фотоэлементом; в этом случае степень освещенности фотоэлемента будет находиться в зависимости от количества гемоглобина в растворе. Т.о., чем больше в растворе гемоглобина, тем меньшее количество световых лучей определенной длины будут попадать на фотоэлемент и тем меньший фототок будет в нем возбуждаться. ФЭК состоит из стабилизатора напряжения (1), стрелочного гальванометра (2), кюветы для помещения пробы разбавленной и гемолизированной крови (3) и потенциометра для калибровки прибора (4). Возникающий в фотоэлементе ток отклоняет стрелку чувствительного гальванометра, шкала которого

проградуирована так, что позволяет непосредственно определить относительное содержание гемоглобина в крови в г/‰.

**Необходимо для работы:** фотозлектроколориметр (ФЭК), скарификатор, вата, фильтровальная бумага, растворы для разбавления крови (по инструкции), спирт, эфир, йод.

**Ход работы:** Берем кровь из пальца до метки и смешиваем ее с 4 мл 1% раствора. Сюда же добавляем 0,1 моль 3% раствора смешиваем и кладем в кювет. Через 1-2 минуты наблюдаем гемолиз. Гальванометр соединяем со стабилизатором и последний включаем в сеть. Затем помещаем в соответствующее гнездо прибора специальную калибровочную кювету (3) с дистиллированной водой. Ручкой потенциометра (4) устанавливаем стрелку гальванометра на отметку 100, после чего кювету с водой заменяем с исследуемой пробой. Отмечаем положение стрелки гальванометра, которая показывает относительное содержание гемоглобина в цельной крови в ‰. На основании полученных данных по таблице определяем содержание гемоглобина в крови.

## **Работа № 42. Счет белых кровяных телец (лейкоцитов) и лейкоформула**

Лейкоциты представляют собой образования различной формы и величины. По строению лейкоциты делят на две большие группы: зернистые (гранулоциты) и незернистые (агранулоциты). К

гранулоцитам относятся нейтрофилы, эозинофилы и базофилы; к агранулоцитам – лимфоциты и моноциты. Эозинофилы воспринимают кислую окраску (эозин), базофилы – щелочную (гематоксилин), а нейтрофилы – и ту, и другую. Гранулоциты образуются в красном костном мозге. Различные физиологические состояния (при мышечной работе – до 18 тыс., во время экзаменов у студентов до 11 тыс.) увеличивают количество лейкоцитов. Увеличение числа лейкоцитов называется лейкоцитоз, уменьшение – лейкопения. Лейкоцитозы могут быть физиологические и патологические, тогда как лейкопении встречаются только при патологии. В норме количество лейкоцитов в 1 мкл у взрослых людей и детей школьного возраста 6-8 тыс., у новорожденных 25-30 тыс., у детей одного года 11 тыс., в возрасте до 5 дней среди лейкоцитов преобладают нейтрофилы, в возрасте от 5 дней до 5 лет – лимфоциты. В крови различных животных количество лейкоцитов различно: у лошадей 7-11 тыс., коров 8-9 тыс., козы 11-14 тыс., свиньи 7-12 тыс., кролика 6-8 тыс., птиц 20-50 тыс. В норме и патологии учитывается не только количество лейкоцитов, но и их процентное соотношение, получившее наименование лейкоцитарной формулы, или лейкограммы.

Лейкограмма здорового взрослого человека (в %)

**Таблица 6**

базофилы	эозинофилы	нейтрофилы				Лимфоциты моноциты	
		миелоциты	метамиелоциты	Палочкоядерные	Сегментоядерные		
0-1	0,5-5	0	0	1-6	47-72	19-37	3-11

В крови здорового человека встречаются зрелые и

юные формы лейкоцитов. Юные нейтрофилы (миелоциты) имеют крупное бобовидное ядро, палочкоядерные – содержат ядро, не разделенное на отдельные сегменты. Зрелые (сегментоядерные) нейтрофилы имеют ядро, разделенное на 2-3 сегмента; чем больше в ядре сегментов, тем старше нейтрофил. Увеличение количества юных и палочкоядерных нейтрофилов свидетельствует об омоложении крови и называется сдвигом лейкограммы влево, снижение количества этих клеток свидетельствует о старении крови и называется сдвигом лейкограммы вправо. Сдвиг влево часто наблюдается при лейкозах, инфекционных и воспалительных заболеваниях.

**Необходимо для работы:** микроскоп, камера Горяева, смеситель для подсчета лейкоцитов, стерильный скарификатор, 3% раствор уксусной кислоты, подкрашенный метиленовым синим, вата, спирт, пипетки.

**Ход работы:** Набираем кровь в смеситель для лейкоцитов до метки «0,5» и разводим кислотой до метки «11» (20-кратное разбавление). Лейкоциты подсчитываем в 25 больших (400 маленьких) квадратах. Находим число лейкоцитов в 1 мл крови:  $L = A \times 4000 \times 20 / 400 = A \times 200$ , где А – количество подсчитанных лейкоцитов в 25 больших квадрата.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Гемоглобин, структура его молекулы. Функции гемоглобина. Свойства гемоглобина и его

- важнейших форм и соединений
2. Особенности гемоглобина плода и детей раннего возраста
  3. Способы определения количества гемоглобина в крови
  4. Содержание гемоглобина в эритроците. Цветовой показатель крови. Его величина у взрослых и детей
  5. Количество гемоглобина в граммах на литр и единицах Сали у взрослых и детей
  6. Количество лейкоцитов в крови у взрослых и детей
  7. Функции разных видов лейкоцитов
  8. Лейкоцитарная формула. Ее особенности у детей
  9. Методика подсчета лейкоцитов

### **Работа № 43. Счет тромбоцитов**

Тромбоциты (кровяные пластинки) образуются из гигантских клеток красного костного мозга – мегакариоцитов. У тромбоцита нет ядра, но имеется большое количество гранул (до 200, различного строения. При соприкосновении с поверхностью, отличающейся по своим свойствам от эндотелия, тромбоцит активируется, расплывается и у него появляется до 10 зазубрин и отростков, которые могут в 5-10 раз превышать диаметр тромбоцита. Наличие этих отростков важно для остановки кровотечения. В норме число тромбоцитов у здорового человека составляет 200-400 тыс. в 1мкл. Увеличение числа тромбоцитов называется тромбоцитоз, уменьшение – тромбоцитопения. В естественных условиях число тромбоцитов подвержено значительным колебаниям

(их количество возрастает при болевом раздражении, физической нагрузке, стрессе), но редко выходит за пределы нормы. Тромбоцитопения является признаком патологии и наблюдается при лучевой болезни, врожденных и приобретенных заболеваниях системы крови. Основное назначение тромбоцитов – участие в процессе гемостаза. На поверхности тромбоцитов находятся гликопротеиновые образования, выполняющие функции рецепторов. Тромбоциты принимают участие в защите организма от чужеродных агентов; они обладают фагоцитарной активностью. Регуляторами тромбоцитопоза являются тромбоцитопозитины кратковременного и длительного действия. Они образуются в красном костном мозге, селезенке, печени и входят в состав мегакариоцитов и тромбоцитов. Тромбоцитопозитины кратковременного действия усиливают отшнуровку кровяных пластинок от мегакариоцитов и ускоряют их поступление в кровь; тромбоцитопозитины длительного действия способствуют переходу предшественников гигантских клеток костного мозга в зрелые мегакариоциты.

**Необходимо для работы:** микроскоп, камера Горяева, смеситель (для эритроцитов), скарификатор, спирт, эфир, вата, йод, раствор для разбавления (100 мл дистиллированной воды +3,8 г цитрата натрия +0,57 г хлорида натрия +0,15 г метиленовой сини перемешивают и кипятят; затем остужают, процеживают и добавляют 2-3 капли формалина).

**Ход работы:** Прокалываем кожу пальца и берем кровь до метки «0,5» и насасываем раствор до метки 101. Встряхиваем смеситель и оставляем на 10-15 минут. Затем вновь встряхиваем смеситель, выпускаем 2-3

капли и последующую каплю наносим на сетку камеры Горяева. Тромбоциты окрашиваются в голубой цвет. Тромбоциты считаем в 25 больших квадратах:  $T = X \times 4000 \times 200 / 400 = X \times 2000$ , где  $T$  – число тромбоцитов в 1 куб.мм,  $X$  – 25 больших квадратов,  $1/4000$  – объем малого квадрата,  $200$  – степень разбавления.

### **Работа №44. Определение времени свертывания крови**

При повреждении крупных кровеносных сосудов (артерий, вен, артериол), происходит образование пробки, которая неспособна остановить кровотечение, т.к. легко вымывается током крови. Основное значение в этом процессе принадлежит свертыванию крови, сопровождающемуся в конечном итоге образованием плотного фибринового сгустка. Время свертывания крови в норме 4-6 минут. В свертывании крови участвует комплекс белков, находящихся в плазме (плазменные факторы гемокоагуляции), большинство из которых является проферментами. Плазменные факторы гемокоагуляции: I-фибриноген, II-тромбин, III-тромбопластин, IV-ионы  $Ca^{+2}$ , V-акцелератор-глобулин, VI-исключен из классификации, VII-проконвертин, VIII-антигемофильный глобулин А (АГГ), IX-Кристалмас-фактор (антигемофильный фактор В), X-Стюарт Прауэр-фактор, XI-плазменный предшественник тромбопластина, XII-фактор Хагемана, XIII-фибринстабилизирующий фактор (ФСФ), фибриназа, фактор Флетчера или прекалликреин, фактор Фитцджеральда. Процесс

свертывания крови представляет собой проферментно-ферментный каскад, в котором проферменты, переходя в активное состояние, приобретают способность активировать другие факторы свертывания крови. Эта активация носит последовательный и ретроградный характер. Процесс свертывания крови делится на 3 фазы: 1 фаза включает комплекс последовательных реакций, приводящих к образованию протромбиназы; 2 фаза – переход протромбина в тромбин; 3 фаза – из фибриногена образуется фибрин.

**Необходимо для работы:** водяная баня, водный термометр, пипетка Сали, скарификатор, парафинированное часовое стекло, металлический крючок или стеклянная палочка, спирт, вазелиновое масло, йод, дистиллированная вода, эфир, вата, секундомер, чашка Петри, фильтровальная бумага.

Способов определения свертывания крови много. Условия, в которых находится кровь при исследовании по какому-либо способу различны.

**Ход работы:** А. Способ Мильони основан на определении скорости свертывания крови по прекращению деформации капли крови. Чтобы исключить подсыхание капель крови, их помещаем в камеру с повышенной влажностью. Шесть сухих обезжиренных стекол кладем на смоченную марлю. Прокалываем кожу пальца и наносим на каждое стекло по капле крови. Капли должны быть большие и одного размера. Все 6 капель берем за 20-30 секунд. Отмечаем время взятия крови. Покрываем стекла с

каплями крови чашкой Петри. Через 2 мин после взятия первой капли крови достаем первое стекло и, наклонив его, наблюдаем за формой капли; если она изменяется, значит свертывание не произошло. Откладываем стекло в сторону. На втором стекле проверяем деформацию через 4 мин после помещения на него крови, на 3-м стекле – через 6 мин, на 4-м стекле – через 8 мин и т.д. Наблюдаем, какая капля не изменяет форму при наклоне стекла и отмечаем, сколько времени прошло с момента взятия крови до прекращения деформации капли. Существенных различий между временем свертывания крови у взрослых и детей нет.

**Б.** Способ Маса и Магро. На парафинированное часовое стекло помещаем большую каплю вазелинового масла. Прокалываем кожу пальца. Первую каплю стираем сухой ватой, вторую насасываем в пипетку от гемометра Сали до метки 20 мкл. Быстро выдуваем кровь в толщу вазелинового масла. Этот момент и есть начало исследования. Через каждые 2 мин погружаем конец пипетки в каплю крови и производим всасывание ее в капилляр с поледующим быстрым выдуванием ее обратно. После каждой пробы вытираем конец пипетки фильтровальной бумагой и выдуваем задержавшиеся остатки крови в капилляре. Отмечаем время, когда кровь перестает всасываться в капилляр, что свидетельствует о прошедшем свертывании крови.

**В.** Метод Ли и Уайта широко используется в клинике. Берем 1 мл крови из вены и помещаем в пробирку,

которую ставим на водяную баню при температуре 37°C. Каждые 30 сек пробирку наклоняем на 50°C до тех пор, пока кровь перестанет растекаться по стенкам пробирки. В норме это происходит через 5-10 минут после взятия крови.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Кровяные пластинки. Их количество и значение в прекращении кровотечения.
2. Значение свертывания крови. Фазы свертывания.
3. Первая фаза свертывания крови. Образование тромбопластина.
4. 2-я и 3-я фазы свертывания крови. Образование тромба. Ретракция и лизис сгустка
5. Время свертывания крови и время кровотечения. Способы определения.
6. Физические и химические факторы, замедляющие свертывание крови.
7. Противосвертывающая система крови.
8. Развитие системы свертывания крови в раннем онтогенезе.

### **Работа № 45. Определение групп крови. Переливание крови**

Учение о группах крови возникло из потребностей клинической медицины. Переливая кровь от человека человеку врачи наблюдали тяжелейшие осложнения, иногда заканчивающиеся гибелью реципиента. С открытием венским врачом К.Ландштейнером (1901)

групп крови стало понятно, почему в одних случаях трансфузии крови проходят успешно, а в других заканчиваются трагически для больного. К.Ландштейнер впервые обнаружил, что плазма, или сыворотка, одних людей агглютинирует (склеивает) эритроциты других людей. Это явление называется изогемагглютинацией. В ее основе лежит наличие в эритроцитах антигенов, названных агглютиногенами (А и В), а в плазме – природных антител- агглютининов (альфа и бетта). Агглютинация эритроцитов наблюдается, если встречаются одноименные агглютиноген и агглютинин: А и альфа, В и бетта. В крови одного и того же человека не могут быть одноименные агглютиногены и агглютинины – это несовместимо с жизнью. В зависимости от наличия или отсутствия в эритроцитах агглютиногенов А и В различают 4 группы крови: I или 0 (альфа, бетта); II или А (бетта); III или В (альфа); IV или АВ. В скобках указаны агглютинины. В сыворотке IV группы агглютининов нет.

**Таблица 7.**

Группы крови по Янскому	По международной классификации	Агглютинины плазмы	Агглютиногены эритроцитов
I	0		0
II	A		A
III	B		B
IV	AB		AB

Для определения группы крови эритроциты исследуемой крови смешивают со стандартными сыворотками, содержащими агглютинины альфа и

бетта (III и II группы). Наносят на тарелку по крупной капле сывороток III и II группы и с целью обязательного контроля сыворотку I группы. Для взятия сывороток из ампул используют отдельные стеклянные палочки.

**Таблица 8.**

Агглютинины плазмы	I 0	II A	III B	IV AB
I	-	+	+	+
II	-	-	+	+
III	-	+	-	+
IV 0	-	-	-	-

Как видно из схемы, первую группу крови можно перелить людям с группами крови I, II, III, IV, а люди с группой крови IV принимают кровь от людей всех групп крови.

**Необходимо для работы:** студент, сыворотки 1, 2, 3 групп, тарелка с нанесенными на ней обозначениями, скарификатор, спирт, йод, стеклянные палочки.

**Таблица 9.**

Агглютиногены в эритроцитах	Агглютинины в сыворотке			Группы крови
-				0 (I)
A				A (II)
B				B (III)
AB				AB (IV)

**Ход работы:** Получаем кровь из пальца. Захватываем концом чистой стеклянной палочки небольшое количество крови, вносим ее в одну из капель сыворотки и перемешиваем. Используя другие стеклянные палочки, вносим кровь в две остальные капли сывороток. Слегка покачиваем тарелку в течение 5 минут и наблюдаем за каплями. Агглютинация видна в форме мелких красных крупинок, постепенно увеличивающихся в размерах на фоне светлеющей смеси. На основании наличия или отсутствия агглютинации делаем вывод о группе исследованной крови.

#### **Работа № 46. Исследование крови на содержание в эритроцитах резус-фактора**

К.Ландштейнер и А. Винер (1940) обнаружили в эритроцитах обезьяны макаки резус АГ и назвал его резус-фактором. Резус-фактор содержится в эритроцитах у большинства (86%) людей независимо от агглютиногенов А и В. Такие люди резусположительными (Rh<sup>+</sup>). У 14% людей резус-фактор в эритроцитах отсутствует – резусотрицательные люди (Rh<sup>-</sup>). Резус-фактор передается по наследству. Тяжелейшие осложнения, возникающие при переливании несовместимой крови и резус-конфликте, обусловлены не только образованием конгломератов эритроцитов и их гемолизом, но и интенсивным внутрисосудистым свертыванием крови, т.к. в эритроцитах содержится набор факторов, вызывающих агрегацию тромбоцитов

и образование фибриновых сгустков. При этом страдают все органы, но особенно сильно повреждаются почки, т.к. сгустки забивают сеть клубочка почки, препятствуя образованию мочи, что несовместимо с жизнью.

**Для работы необходимо:** стандартные антирезусные сыворотки всех групп крови, чашка Петри, стеклянные палочки, водяная баня, скарификатор, спирт, вата, йод, тарелка с нанесенными на ней обозначениями агглютининов сывороток, студент.

**Ход работы:** На практических занятиях используют экспресс-метод, предложенный Т.Г.Соловьевой. Тарелка должна быть чистой и сухой. Для этого ее прокачиваем в сушильном шкафу при температуре 80-100 С<sup>0</sup> в течение 15-20 минут. На тарелку наносим 2 капли стандартной антирезусной сыворотки той группы, к которой принадлежит студент. В каждую из этих капель вносим по маленькой капле крови, взятой из прокола пальца студента. Перемешиваем и ставим в водяную баню при температуре 46 С<sup>0</sup> на 10 мин. Если студент имеет резус-фактор, то происходит агглютинация его эритроцитов. При отсутствии резус-фактора агглютинация не происходит.

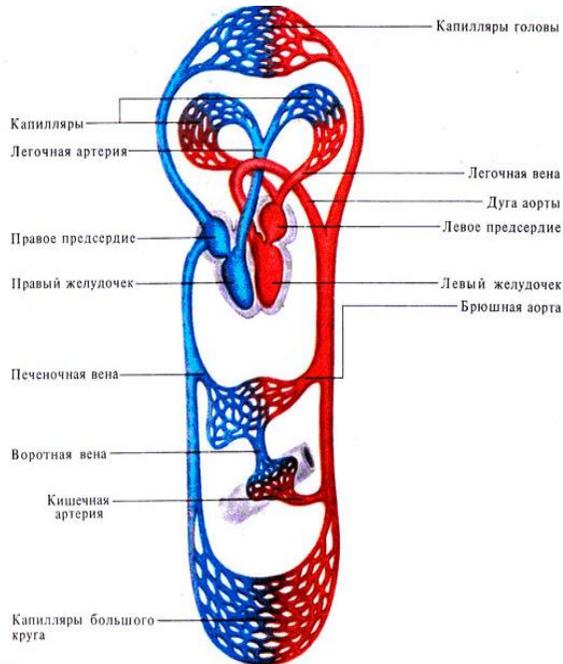
### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1.Агглютинины и агглютиногены как антитела и антигены
2. Группы крови в системе АВО
3. Значение резус-фактора при переливании крови

4. Резус-конфликт между плодом и организмом матери
5. Определение групп крови с использованием стандартных сывороток
6. Что происходит с кровью реципиента при переливании ему крови несовместимой группы

## **РАЗДЕЛ IV. КРОВООБРАЩЕНИЕ**

**Физиология сердца.** У человека и высших животных кровообращение осуществляется благодаря работе сердца, которое постоянно и ритмически сокращается и перекачивает кровь из предсердий в желудочки, а из желудочков в кровеносные сосуды. Мышца сердца обладает рядом свойств, основными из которых являются автоматия, возбудимость, проводимость и сократимость. Автоматическая деятельность сердца находится под постоянным воздействием нервной и гуморальной систем организма, которые обеспечивают приспособление работы сердца к различным условиям внешней и внутренней среды. В процессе деятельности сердца возникает ряд физических явлений, получивших название – внешние проявления деятельности сердца. Исследование этих явлений позволяет судить о функциональном состоянии сердца в целом и об отдельных сторонах его деятельности.



**Рис. 83.** Большой и малый круги кровообращения

Наибольшее значение при изучении функционального состояния сердечно-сосудистой системы имеют следующие внешние проявления деятельности сердца: 1) тоны сердца, 2) механические движения сердца при сокращении, 3) движение крови по полостям сердца и кровеносной системе, 4) биоэлектрические явления в сердечной мышце. Сердце человека в среднем сокращается примерно 75 раз в минуту; одно сокращение длится около 0,8 сек. Сокращение начинается с предсердий; продолжительность систолы предсердий 0,1 сек. В этот период кровь проталкивается в желудочки через открытые атриовентрикулярные клапаны. Затем

сокращаются желудочки; систола желудочков длится 0,3 сек. Предсердия во время систолы желудочков расслаблены, т.е. находятся в состоянии диастолы. В этот период атриовентрикулярные клапаны закрываются под давлением крови со стороны желудочков, а полулунные клапаны раскрываются и кровь выбрасывается в аорту и легочную артерию. В систоле желудочков различают 2 фазы: фазу напряжения (период, в течение которого давление в желудочках достигает максимальной величины) и фазу изгнания (момент, когда открываются полулунные клапаны и кровь выбрасывается в сосуды). После систолы желудочков наступает их расслабление – диастола, которая длится 0,5 сек. В конце диастолы желудочков начинается систола предсердий. Цикл сокращения сердца состоит из систолы предсердий (0,1 сек), систолы желудочков (0,3 сек) и паузы (период, в течение которого одновременно расслаблены и предсердия и желудочки) – 0,4 сек. В самом начале паузы полулунные клапаны захлопываются под давлением крови в артериальных сосудах. Во время паузы предсердия и желудочки наполняются новой порцией крови из вен.

## Работа № 47. Наблюдение и запись сокращений обнаженного сердца лягушки

Сердце лягушки состоит из двух предсердий и желудочка. Отдел, примыкающий к правому предсердию, называется венозным синусом. В него впадают две верхние и одна нижняя полые вены. Цикл сокращения сердца лягушки состоит из 4-х фаз: 1) систола синуса, 2) систола предсердий, 3) систола желудочка, 4) пауза. Сокращение сердца лягушки начинается с систолы венозного синуса.

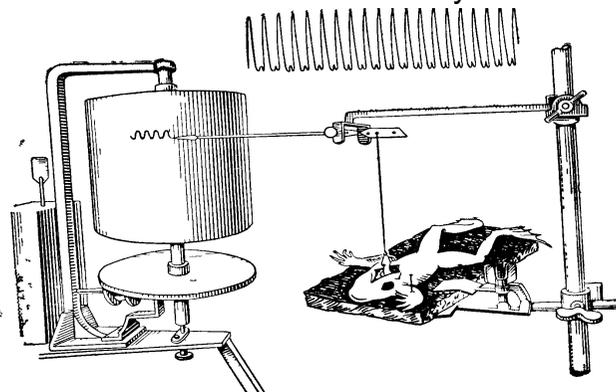


Рис. 84. Графическая регистрация сердечной деятельности лягушки

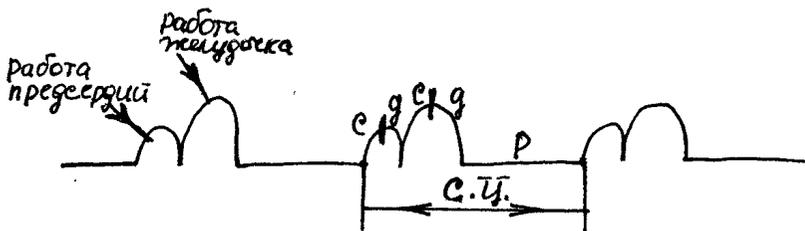


Рис. 85. Кардиография лягушки: С- систола- сокращение; Д- диастола- расслабление; Р- пауза; С. Ц. – сердечный цикл

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, штатив с муфтами, сердечный рычажок, серфин, кимограф, миограф, раствор Рингера или хлорид натрия для холоднокровных, лягушка, секундомер.

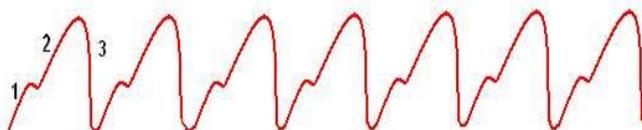
**Ход работы:** Разрушаем ЦНС лягушки и помещаем ее на пластинку для препаровки брюшком вверх, фиксируем ее лапки булавками. Обнажаем сердце. Для этого ножницами делаем надрез кожи в конце мечевидного отростка, затем от него проводим разрез к основанию углов нижней челюсти. Полученный треугольный лоскут отворачиваем на нижнюю челюсть, но не отрезаем его. Также вскрываем мышцы, прикрепленные к краю грудины, не повреждая брюшную вену. В образовавшееся отверстие вводим браншу ножниц осторожно отделяем грудину так, чтобы не поранить сердце. Рассекаем ключицы и удаляем грудину. Осторожно захватываем пинцетом сердечную сорочку на уровне сердца и разрезаем ее, обнажая таким образом сердце. Чтобы сердце сделать более подвижным, находим уздечку, расположенную на задней поверхности сердца. Осторожно пальцами приподнимаем и поворачиваем сердце, обнажая его дорсальную (заднюю) поверхность. Затем браншу глазного пинцета проводим между сердцем и уздечкой, протягиваем лигатуру и туго перевязываем. После этого уздечку перерезаем так, чтобы лигатура осталась на сердце. Обнаженное сердце периодически орошаем физраствором.

1. Наблюдение сердечных сокращений. На приготовленном препарате наблюдаем за

последовательностью сокращений отделов сердца на вентральной (передней) и дорсальной (задней) стороне. Замечаем, что сердечный цикл начинается с сокращения венозного синуса, затем сокращаются предсердия и, наконец, желудочек. Между расслаблением желудочка и началом нового цикла проходит общая пауза. Подсчитываем 3 раза ритм сокращения сердца за 30 сек. Определяем среднюю частоту сокращения (ритма) сердца за 1 минуту и вычисляем длительность сердечного цикла лягушки.

2. Запись сердечных сокращений. Соединяем сердце лягушки с миографом. Для этого маленьким крючком на конце нитки, укрепленной на коротком плече рычажка, захватываем верхушку сердца. Изменяя положение блока,двигающегося по нитке, устанавливаем длинное плечо рычажка в горизонтальное положение.

Кардиограмма лягушки



1. Систола предсердий
2. Систола желудочка
3. Диастола желудочка

Рис. 86.

Кардиограмма сердца лягушки

Помещаем пластинку с лягушкой так, чтобы нитка, к которой прикреплено сердце, находилась в вертикальном положении. Пишущий конец миографа приводим в соприкосновение с барабаном кимографа,

пускаем последний на медленной скорости и записываем кардиограмму – кривую сердечных сокращений. Обязательно отмечаем участки, соответствующие систоле предсердий, систоле желудочка и общей паузе.

### **Работа № 48. Изучение автоматии сердца**

Способность сердца сокращаться без воздействия импульсов извне называется автоматией. Сердце лягушки, даже удаленное из организма, способно сокращаться в течение длительного времени. Ритмические самостоятельные сокращения сердца связаны с наличием в нем нервных узлов, скоплений нервных клеток. Ведущий нервный узел (узел Ремака) расположен в венозном синусе у места впадения полых вен; атриовентрикулярный узел (узел Биддера) расположен на хорошо видной границе между предсердиями и желудочком, его волокна распространяются на 2/3 верхней части желудочка. В верхушке сердца нет нервных клеток, вследствие чего она не обладает автоматией. Синусный узел является ведущей частью сердца: отсюда начинаются сердечные сокращения. Узел Биддера обладает собственным, более медленным ритмом, который в обычных условиях деятельности сердца подчинен синусному узлу.

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, пинцет с изогнутыми браншами, раствор Рингера, лигатуры, лягушка.

**Ход работы:** Для изучения автоматизма сердца, значения узлов и пучков атипической ткани проведем опыт Станниуса с наложением лигатур. Подсчитываем число сокращений венозного синуса, предсердий и желудочка за 1 мин. Наблюдаем последовательность сокращений всех отделов сердца и на одинаковое количество сокращений всех отделов за 1 мин.

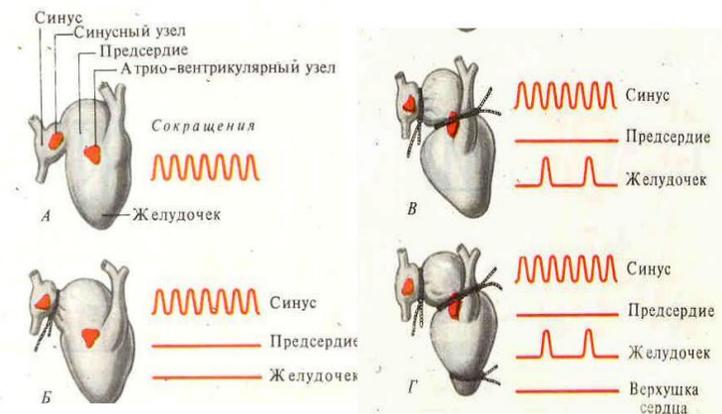
### **1. Наложение первой лигатуры Станниуса.**

Проведем нитку по обе дуги аорты, используя для этого пинцет с узкими изогнутыми браншами. Приподнимаем сердце с помощью нитки, отходящей от перевязанной уздечки, перевернем его на дорсальную сторону, сделаем петлю и туго стянем ее на хорошо видимой границе между венозным синусом и предсердиями. Правильно наложенная лигатура создает блок между венозным синусом и предсердиями. Отмечаем прекращение сокращений предсердий и желудочка и продолжение сокращений венозного синуса. Подсчитываем число сокращений венозного синуса за 1 мин. Если через некоторое время произойдет восстановление сокращений всех отделов сердца, подсчитаем ритм и сравним его с частотой сокращений венозного синуса. Обратим внимание на одновременность сокращений предсердий и желудочка. Если восстановление сердечных сокращений не произойдет, тогда будем накладывать вторую лигатуру.

### **2. Наложение второй лигатуры Станниуса.**

Проведем нитку под дорсальную поверхность сердца в области атриовентрикулярной борозды, выведем ее

концы на вентральную поверхность и сделаем петлю. Постепенно стягивая концы нитки, располагаем ее по атриовентрикулярной границе. Вторая лигатура накладывается не для отделения одного участка от другого, как первая, а для раздражения. Поэтому затягиваем ее не туго. Обращаем внимание на то, какой отдел с какой частотой начал сокращаться.



**Рис. 87.** Схема лигатуры Станниуса: А- норма; Б- первая лигатура; В- вторая лигатура; Г- третья лигатура

### 3. Наложение третьей лигатуры Станниуса.

Вырезаем треть желудочка сердца, после чего изолированная часть желудочка автоматически сокращаться не может. Наносим механическое раздражение на отрезанную часть желудочка: возникают одиночные сокращения. Делаем вывод об изменениях автоматической возбудимости различных отделов сердца – от его основания до верхушки (автоматический градиент).

**4. Влияние температуры на работу сердца.** Готовим охлажденный во льду и подогретый до  $45^{\circ}\text{C}$  растворы

Рингера. Подсчитываем исходный ритм изолированного сердца. В чашку Петри с изолированным сердцем понемногу добавляем горячий раствор Рингера так, чтобы, смешавшись с раствором, который находится в чашке, он достиг температуры 38-39С<sup>0</sup>. Наблюдаем за изменением частоты сокращений сердца. Повторяем опыт с холодным раствором Рингера. Делаем вывод о влиянии температуры на работу сердца.

Результаты опытов отражены в таблице

**Таблица 10.**

воздействие	Количество сокращений	
	предсердия	желудочки
Общий подогрев		
Общее охлаждение		
Подогрев венозного синуса		
Подогрев атриовентрикулярного узла		
Охлаждение венозного синуса		
Охлаждение атриовентрикулярного синуса		



**Рис. 88.** Схема для изучения влияния температуры на деятельность сердца

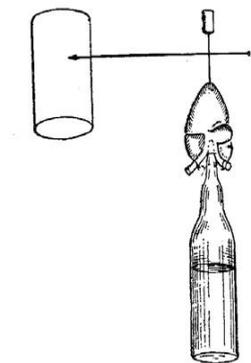
## Работа № 49. Гуморальная регуляция работы сердца

Гуморальная регуляция работы сердца обеспечивается электролитами, гормонами, медиаторами, кининами (тканевыми гормонами). Гормоны стимулируют работу сердца, в результате чего сердце быстро избавляется от крови: увеличивается минутный объем, уменьшается сосудистый тонус и сосуды расширяются, как следствие, снижается давление, стимулируются процессы фильтрации и реабсорбции в почках, обеспечивая задержку  $\text{Na}^+$  и выведения  $\text{K}^+$  (восстанавливается электролитный состав).

**Необходимо для работы:** 2 чашки Петри или стаканчик, растворы Рингера (стандартный и с избытком ионов  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{K}^+$ ), раствор адреналина, раствор ацетилхолина, раствор спирта, настой курительного табака (табак от сигареты заливаем 20-25 мл теплой воды и в течение нескольких часов настоять его в теплом месте), термостойкая колба,

электроплитка, термометр, сосуд с водой и льдом, изолированное сердце лягушки.

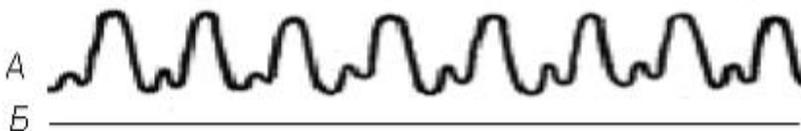
**Ход работы:** 1. Влияние адреналина и ацетилхолина на деятельность сердца. Подсчитываем частоту сокращений изолированного сердца. Прибавляем к раствору Рингера 1 каплю адреналина (разведение 1:1000 или 0,1% раствор), вновь подсчитываем сердечный ритм. Выливаем раствор, сердце отмываем несколько раз в свежем растворе Рингера и подсчитываем ритм сердца. Добавляем 1 каплю раствора ацетилхолина и вновь подсчитываем частоту сокращений. Вновь отмываем сердце в растворе Рингера до восстановления ритма.



**Рис. 89.** Канюля для питания изолированного сердца

2. Влияние ионов Са и К на работу сердца. Подсчитываем исходный ритм сердца. Перекладываем изолированное сердце в стаканчик с раствором Рингера с избытком ионов Са (в 2 раза больше нормы) и наблюдаем изменение ритма. Отмываем сердце в растворе Рингера, подсчитываем ритм и помещаем сердце в раствор с избытком ионов

К. Наблюдаем эффект и вновь отмываем сердце в растворе Рингера.



**Рис. 90.** Механокардиограмма (МКГ) лягушки. А – зубец, обусловленный сокращением предсердий, Б – зубец, обусловленный сокращением желудочка

3. Влияние никотина и спирта на сердечную деятельность. Подсчитываем ритм изолированного сердца. Прибавляем к раствору Рингера 1-2 капли настоя никотина. Наблюдаем эффект: обращаем внимание на ритм и силу сердечных сокращений. Отмыв сердце, повторяем наблюдение, прибавив 1 каплю спирта. Отмываем сердце раствором Рингера. Делаем вывод о влиянии этих веществ на работу сердца.

### **Работа № 50. Нервная регуляция сердечной деятельности**

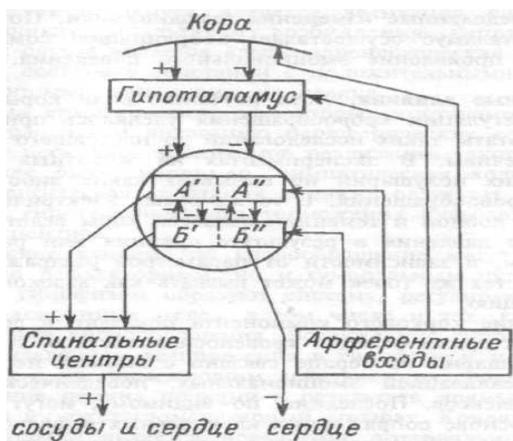
Интракардиальная регуляция сердечной деятельности осуществляется за счет местных рефлекторных дуг. Экстракардиальная регуляция обеспечивает изменение работы интракардиальной регуляции и через нее влияет на сердце. Экстракардиальная нервная система представлена блуждающим и симпатическим нервами. Блуждающий нерв осуществляет афферентную и эфферентную

иннервацию. Симпатические нервы осуществляют эфферентную иннервацию. Блуждающие и симпатические нервы оказывают хронотропное (изменяют частоту сердечных сокращений), инотропное (изменяют силу сердечных сокращений), батмотропное (влияют на возбудимость миокарда), дромотропное (влияют на проводимость), тонотропное (влияют на тонус миокарда) влияния. В целом они влияют на интенсивность обменных процессов. Раздражение блуждающего нерва тормозит деятельность сердца. При раздражении симпатического нерва сердечная деятельность усиливается.

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, лигатуры, электростимулятор с электродами, раствор Рингера, лягушка.

**Ход работы:** Лягушку обездвигиваем, разрушив спинной и головной мозг. Фиксируем ее на препаровальной пластинке брюшком кверху. Передние лапки прикрепляем перпендикулярно туловищу. Обнажаем сердце. Осторожно удаляем поверхностно расположенные мышцы и соединительнотканые образования между правым углом нижней челюсти и сердцем до тех пор, пока в глубине раны не станет видна мышца, идущая к передней конечности (нижний подниматель лопатки). Находим сосудисто-нервный пучок, состоящий из языкоглоточного и подъязычного нервов. Эти нервы проходят от угла нижней челюсти к ее заднему краю и образуют стороны треугольника, основанием которого

служит сосудисто-нервный пучок, состоящий из сонной артерии, яремной вены и вагосимпатического ствола. Подводим под вагосимпатический ствол электроды и подсчитываем число сердечных сокращений за 1 мин. Раздражая вагосимпатический ствол ( в течение 5 сек), продолжаем подсчет ритма сердца (каждые 10 сек). Наблюдаем силу сердечных сокращений. Раздражение вагосимпатического ствола может вызвать остановку сердца на время от нескольких секунд до 1 минуты. Затем наступает восстановление его сокращений. Подсчитываем, на какую величину изменилась частота сокращений сердца за 1 мин после раздражения вагосимпатического ствола. Делаем выводы о влиянии этих нервов на ритм и силу сокращений сердца. Оформляем протокол.



**Рис. 91.** спинальные

центры, афферентные входы

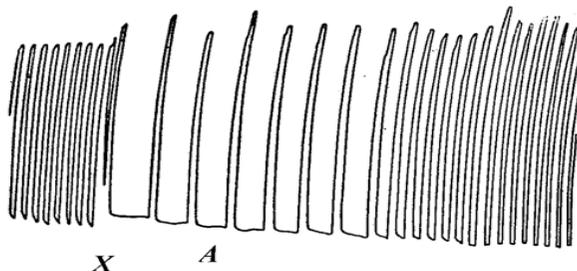
## **Работа № 51.Рефлекторная регуляция сердечной деятельности**

Частота и сила сердечных сокращений изменяются рефлекторно при раздражении рецепторов, расположенных в различных участках тела. При раздражении кожи кислотой или пощипыванием наблюдается учащение сокращений сердца. При поколачивании лягушки по брюшку (раздражаются рецепторы кишечника) наблюдается урежение или кратковременная остановка сердечных сокращений.

**Необходимо для работы:** препаровальная пластинка, аккумулятор, стимулятор, электроды, электрокимограф, кардиограф, игла, ножницы, пинцет, раствор Рингера, физраствор, 0,5% раствор серной кислоты, вата, салфетка, лягушка, секундомер, студент.

**Ход работы:** **А. Опыт Гольца.** Отрывисто ударяем по животу лягушки рукояткой пинцета и следим за деятельностью сердца. Наблюдается остановка сердцебиений на несколько секунд или уменьшение частоты сердечных сокращений. Определяем продолжительность остановки. Удаляем кожу с передней поверхности брюшка и повторяем наблюдение. Разрезаем мышцы живота параллельно брюшной вене, не повреждая ее. Находим желудок, сдавливаем и потягиваем его пинцетом и отмечаем торможение деятельности сердца. Рефлекторное торможение деятельности сердца записываем на кимографе. Механически раздражаем петли

кишечника, желчный пузырь, почку и отмечаем длительность остановки сердца в секундах. Раздражение органов брюшной полости производим с промежутками в 2-3 минуты.

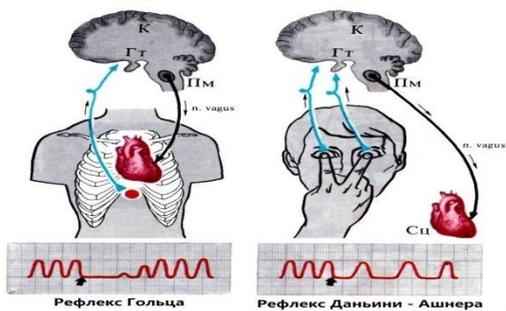


**Рис. 92.** Рефлекс Гольца: X- раздражение, А- после раздражения

Наконец, разрушаем продолговатый мозг. Во время его разрушения сердце останавливается (из-за механического раздражения волокон блуждающего нерва). После восстановления сердцебиения повторяем опыт с раздражением органов брюшной полости и отмечаем отсутствие торможения сердечных сокращений.

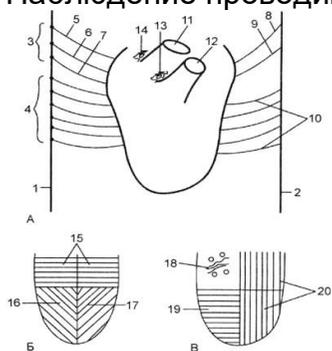


**Рис. 93.** Рефлекторная дуга Гольца:  
 1 - рецепторы; 2 - чувствительный нерв; 3 - спинной мозг;  
 4 - продолговатый мозг; 5 - блуждающий нерв; 6 – сердце



**Рис. 94.** Глазо-сердечный рефлекс (опыт Ашнера)

Наблюдение проводим на студенте.



**Рис. 95.** Схема иннервации

**сердца (А) и расположение субэпикардиальных сплетений спереди (Б) и сзади (В):** 1 — симпатический ствол (truncus sympathicus); 2 — блуждающий нерв (n. vagus); 3 — шейные узлы симпатического ствола; 4 — грудные узлы симпатического ствола; 5 — верхний шейный сердечный нерв (n. cardiacus cervicalis superior); 6 — средний шейный сердечный нерв (n. cardiacus cervicalis medius); 7 — нижний шейный сердечный нерв (n. cardiacus cervicalis inferior); 8 — верхняя шейная сердечная ветвь (r. cardiacus cervicalis superior); 9 — нижняя шейная сердечная ветвь (r. cardiacus cervicalis inferior); 10 — грудные сердечные ветви (rr. cardiaci thoracici); 11 — aorta; 12 — легочный ствол (truncus pulmonalis); 13 — поверхностное экстракардиальное сплетение; 14 — глубокое экстракардиальное сплетение; 15-18 — шесть субэпикардиальных сплетений (Воробьева)

Подсчитываем у него частоту сердцебиений по пульсу. Указательный и большой пальцы левой руки располагаем на глазных яблоках испытуемого. Правой рукой прощупываем пульс. Глазные яблоки сдавливаем в течение 10 сек. Давление не должно быть сильным; одновременно подсчитываем пульс за 30 сек 2-3 раза, продолжая подсчет и после прекращения сдавливания.

**Таблица 11.**

показатель	До опыта	При сдавливании глаз				После сдавливания глаз			
		5 сек	10 сек	20 сек	30 сек	5 сек	10 сек	20 сек	30 сек
пульс									

**Б. Опыт Энгельмана.** Производим децеребрацию лягушки. Берем лягушку в левую руку и вырезаем кожный лоскут над черепом. Кзади от больших полушарий в виде двух темных пятен просматривается средний мозг (у лягушки двуххолмие). Вводим лягушке в рот браншу ножниц; вторую браншу располагаем над черепом точно по переднему краю среднего мозга. Резким движением отрезаем голову, на поверхность среза сразу накладываем ватный тампон. Прикалываем лягушку к препаровальной пластинке спинкой вниз. Обнажаем сердце. Считаем число сердечных сокращений каждые 10 сек. и записываем результат. Накладываем фильтровальную бумагу, смоченную раствором серной кислоты, на кожу задней конечности или туловища. Продолжаем подсчет числа сокращений сердца. По окончании наблюдения

обмываем кожу водой. При раздражении кожи наблюдается учащение сердцебиений.

## **Работа №52. Электрокардиография**

Разность электрических потенциалов возникает, когда возбуждение в сердце уже возникло, но еще не охватило весь его отдел. Запись разности потенциалов позволяет судить о последовательности возбуждения отделов сердца, его длительности и относительной интенсивности. Для регистрации разности потенциалов, возникающих при возбуждении сердечной мышцы служат электрокардиографы, которые состоят из: 1) усилителя напряжений, для питания которого имеется выпрямитель переменного тока; 2) измерительный прибор (чернильнопишущий или зеркальный гальванометр), куда поступает усиленная разность напряжений; 3) лентопротяжный механизм, перемещающий бумажную ленту или фотопленку с определенной скоростью. Также в приборах имеются переключатель отведений (коммутатор), позволяющий соединять вход усилителя с нужными участками тела человека, и калибратор напряжения, дающий отклонение на записи, соответствующее 1 мВ. Электрокардиограф должен быть заземлен. Человек, у которого записывают ЭКГ, должен лежать или сидеть в удобном положении. Электрокардиограф связывают с телом человека с помощью электродов. Под электроды подкладывают марлю, смоченную 5-10% раствором хлорида натрия.

Электроды помещают на обе руки и обе ноги. Электрод на правой ноге служит для заземления тела испытуемого, 3 других электрода необходимы для записи ЭКГ в трех стандартных отведениях. I отведение – правая рука и левая рука; II отведение – правая рука и левая нога; III отведение – левая рука и левая нога. Это биполярные отведения; они используются на практических занятиях. Кроме того, используются униполярные и грудные отведения (для грудных отведений имеется специальный электрод).

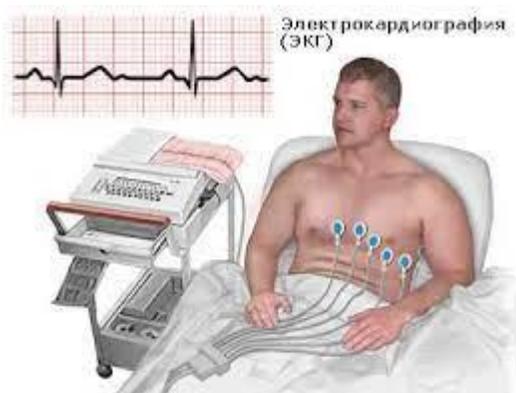


Рис. 96.

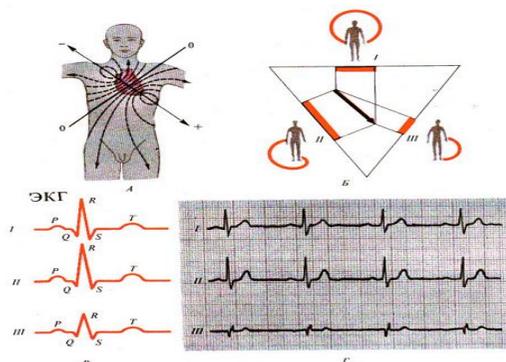
Электрокардиография

**Необходимо для работы:** электрокардиограф, марлевые салфетки, физраствор, студент.

**Ход работы:** Проверяем готовность электрокардиографа к работе, включаем его в сеть (обязательно заземляем). На испытуемом, находящемся в положении сидя, закрепляем электроды поверх смоченных физраствором прокладок. Соединяем электроды с прибором

согласно имеющейся на приборе схеме.

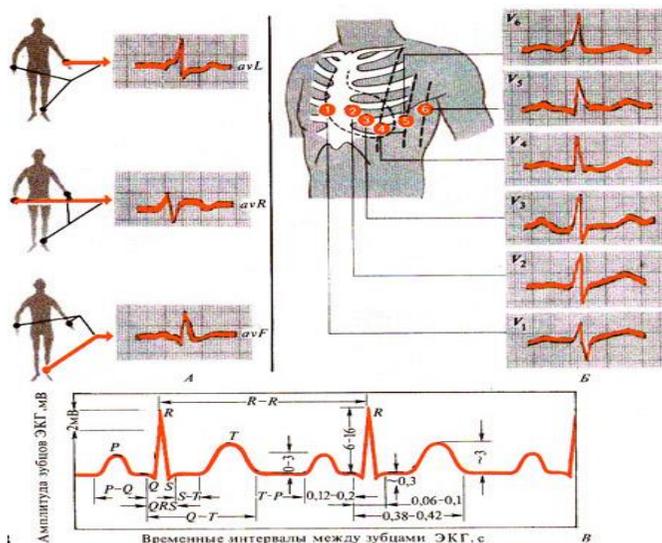
С помощью регулировочного винта устанавливаем писчик на середине ленты. Прибор настраиваем так, чтобы отклонение писчика от среднего уровня при нажатии кнопки «Милливольт» составило 10 мм, что позволяет установить масштаб амплитуды ЭКГ. При анализе ЭКГ необходимо вклеить в тетрадь ее фрагменты, обозначить все зубцы и объяснить их происхождение. Величина зубцов ЭКГ в разных отведениях неодинакова. При нормальном положении сердца в грудной полости самые большие зубцы R фиксируются во втором отведении, а самые маленькие – в третьем.



**Рис. 97.** А – Электрокардиограмма, В- 3 стандартных отведения ЭКГ человека.

Высота зубцов, отражающая их вольтаж (mV, измеряется по стандартному отведению), колеблется в следующих пределах: зубец P = 0,05 – 0,3 mV, зубец R = 0,6 1,6 mV, зубец T = 0,25 – 0,5 mV. Длительность интервалов при сердечном ритме 74

сокращений/мин составляет:  $PQ = 0,15$  с,  $QRS = 0,07$  с,  $ST = 0,35$  с,  $QRST = 0,42$  с. Измеряем длину интервала RR в секундах. Рассчитываем частоту сердечных сокращений по формуле ЧСС =  $60/RR$ .



**Рис. 98.**

### Электрокардиограмма (ЭКГ)

Например, если длительность интервала RR составляет 0,9с, то ЧСС будет  $60/0,9 = 67$  уд./мин. С помощью треугольника Эйнтховена, зная вольтаж зубцов R в разных отведениях, оценим положение электрической оси сердца. Рассчитаем длительность основных интервалов ЭКГ; при скорости протяжки ленты 50 мм/с каждый миллиметр бумаги будет соответствовать 0,02 с, при скорости 25 мм/с – 0,04 с, а при скорости 100 мм/с – 0,01 с.

## Работа № 53. Прослушивание тонов сердца

Деятельность сердца сопровождается звуковыми явлениями, которые состоят из двух основных тонов. Первый тон, начало которого почти совпадает с зубцом R электрокардиограммы, возникает в результате: а) колебаний атриовентрикулярных клапанов; б) напряжения полулунных клапанов; в) напряжения мышцы желудочков. Второй тон возникает при захлопывании створок полулунных клапанов и почти совпадает с зубцом T электрокардиограммы. У здорового человека тоны и паузы сердца при 75 сокращениях в минуту имеют следующую продолжительность: первый тон – 0,11 секунды; первая пауза – 0,2 секунды; второй тон – 0,07 секунды; вторая пауза – 0,42 секунды. Фонокардиография позволяет исследовать звуки сердца в частотных диапазонах, недоступных слуховому восприятию, подвергать их количественному и качественному анализу и объективно фиксировать их изменения (появление дополнительных звуков, шумов и тд). Почти каждый порок сердца имеет свойственные ему звуковые явления, которые наслаиваются на нормальные тоны сердца или изменяют их. Поэтому изучение тонов сердца имеет очень большое значение в диагностике. Важное значение имеет интервал от начала желудочкового комплекса электрокардиограммы (зубец R) до начала первого тона (в норме он равен 0,06 секунды), поэтому в клиническом исследовании

обычно фонокардиограмма регистрируется одновременно с электрокардиограммой.

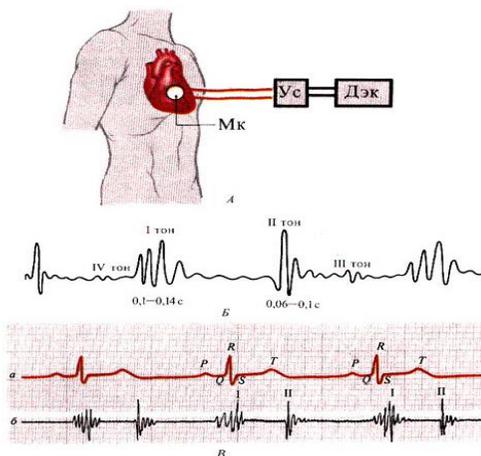


Рис. 99. Тоны сердца

**Необходимо для работы:** фонендоскоп, спирт, вата, студент.

**Ход работы:** При выслушивании сердца во время каждого сердечного периода отмечают два тона: систолический и диастолический. Звуковые колебания, сопровождающие деятельность сердца, записываются с целью количественного их анализа. Такая запись называется фонокардиограммой (ФКГ). Над сердцем испытуемого (напр. над пятым межреберьем) помещаем фонендоскоп.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Путь движения крови. Два круга кровообращения.
2. Путь движения крови в организме плода

3. Частота сердцебиений у взрослого человека и детей разного возраста.
4. Сердечный период. Его фазы. Их длительность у взрослого и у детей
5. Строение сердца лягушки, запись сокращений (подготовка животного, приборы)
6. Проводящая система сердца. Значение узлов и пучков
7. Скорость проведения возбуждения в разных частях сердца.
8. Автоматизм сердца и отдельных его структур. Особенности клеток миокарда, обладающих автоматизмом
9. Первая и вторая лигатура Станниуса
10. Полная и неполная блокада проводящей системы
11. Происхождение электрокардиограммы. Методика ее регистрации.
12. Значение зубцов и интервалов ЭКГ
13. ЭКГ в стандартных отведениях. Электрическая ось сердца
14. Особенности ЭКГ маленького ребенка
15. Изменение возбудимости сердечной мышцы в разные фазы его деятельности. Абсолютная и относительная рефрактерность
16. Экстрасистола и компенсаторная пауза, причины их возникновения
17. Значение длительной рефрактерности в деятельности сердца
18. Правило «все или ничего» в применении к сердечной мышце

19. Явление фибрилляции сердечной мышцы
20. Зависимость силы сердечных сокращений от растяжения волокон сердечной мышцы.
21. Значение закона растяжения сердца для кровообращения
22. Систолический и минутный объемы крови взрослого человека и детей. Способы их определения у человека
23. Механическая работа сердца, ее вычисление
24. Изменение давления в полостях сердца в различные фазы сердечного периода
25. Изменение положения клапанов сердца в различные фазы сердечного периода
26. Тоны сердца. Фонокардиограмма
27. Характеристика центробежных нервов сердца (центры, преганглионарные и постганглионарные волокна)
28. Влияние раздражения блуждающего нерва на деятельность сердца
29. Влияние раздражения симпатического нерва на деятельность сердца. Усиливающий нерв сердца
30. Медиаторы парасимпатических и симпатических волокон, оканчивающихся в сердце
31. Тонус центробежных нервов сердца у взрослых и в раннем постнатальном онтогенезе
32. Гуморальные влияния на деятельность сердца
33. Классификация рефлексов, изменяющих деятельность сердца
34. Рефлекторные изменения деятельности сердца при раздражении рецепторов кардио-аортальной и

сино-каротидной рефлексогенных зон

35.Изменение тонуса вегетативных центров во время сердечных рефлексов. Их особенности в раннем онтогенезе

36.Рефлекторные изменения деятельности сердца при раздражении интерорецепторов брюшной полости

37.Изменение деятельности сердца при раздражении рецепторов кожи и повреждающих раздражениях

38.Рефлексы на сердце при раздражении рецепторов глаза и слизистой оболочки носа

39.Изменение деятельности сердца во время физической работы

40.Условнорефлекторная регуляция деятельности сердца

## РАЗДЕЛ V. ДВИЖЕНИЕ КРОВИ В СОСУДАХ

В зависимости от выполняемой функции кровеносные сосуды классифицируются на: магистральные (аорта, крупные артерии), резистивные (пре- и посткапиллярные сосуды), обменные (1-й слой эндотелиальных клеток стенок, емкостные (все венозные) и шунтирующие (связывают артерии с венами, минуя капилляры). Движение крови подчиняется физическим и физиологическим закономерностям. Физиологические закономерности движения крови по сосудам состоят в: 1) работе сердца, 2) замкнутости сердечно-сосудистой системы, 3) в присасывающем действии грудной клетки, 4) эластичности сосудов. В фазу систолы кровь поступает в сосуды. Стенка сосудов растягивается. В диастолу выброса крови нет, эластичная сосудистая стенка возвращается в исходное состояние, в стенке накапливается энергия. При снижении эластичности сосудов появляется пульсирующий кровоток. В патологических склеротически измененных сосудах – симптом Мюссе – движения головы в соответствии с пульсацией крови. Сосудистый тонус регулируется: 1) ауторегуляцией – а) миогенная (эффект Остроумова - Бейлиса: гладкие мышцы сосудов отвечают сокращением на повышение давления и расслаблением - на понижение, т.е. кровоток остается на постоянном уровне); б) метаболическая (при гипоксемии или гиперкапнии гладкие мышцы сосудов расслабляются и наоборот). Миогенная ауторегуляция

– в почках, метаболическая – в легких, головном мозге, коронарных сосудах.

Нервная регуляция осуществляется под действием сосудодвигательного центра и опосредованно через сосудодвигательные нервы – периферические нервы, иннервирующие сосуды и регулирующие их тонус. Все сосудодвигательные нервы подразделяются на сосудосуживающие- вазоконстрикторы. Вальтер в 1842 г изучал кровообращение в плавательной перепонке лягушки; при раздражении симпатических нервов наблюдалось сужение сосудов перепонки. К.Бернар в 1852 г изучал кровоснабжение уха кролика; при раздражении симпатических нервов- сужение сосудов - кровоснабжение уменьшалось (ухо бледное, холодное). При перерезке симпатических нервов увеличилось кровонаполнение сосудов уха. Сосудорасширяющие нервы – вазодилататоры. К.Бернар в 1853 г раздражал парасимпатические нервы, иннервирующие слюнную железу, и наблюдал расширение сосудов. В гуморальной регуляции сосудистого тонуса участвуют электролиты, гормоны, медиаторы, биологически активные вещества и кинины. Сосудодвигательный центр – совокупность нейронов, расположенных на разных уровнях ЦНС (спинальный, бульбарный, гипоталамический, корковый) и осуществляющих регуляцию сосудистого тонуса.

## Работа № 54. Наблюдение капиллярного кровообращения



Рис. 100.

Схема кровообращения по У.Гарвею

**Необходимо для работы:** дощечки с отверстиями, микроскоп, энтомологические булавки.

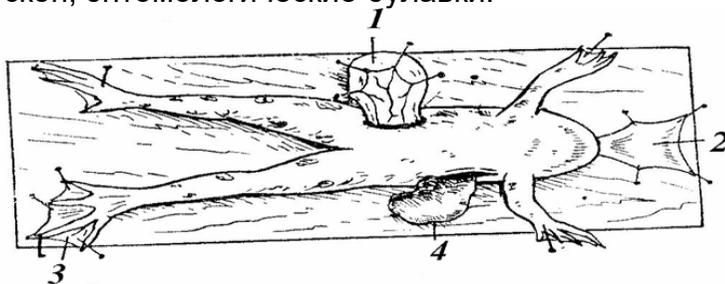
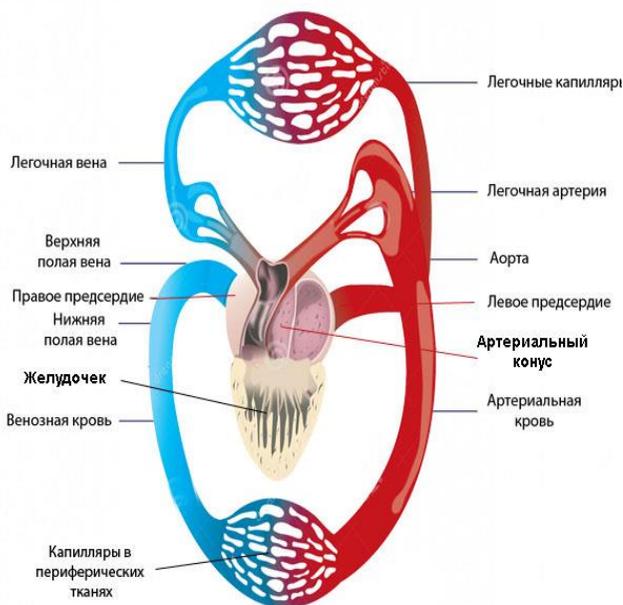


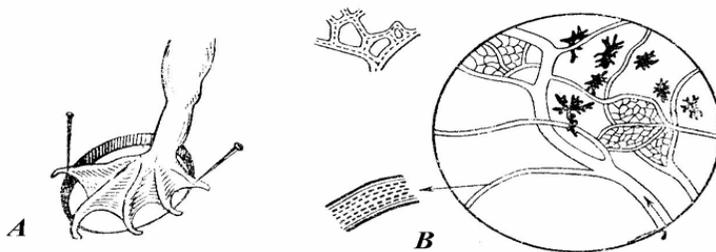
Рис. 101. Схема изучения капиллярного кровообращения лягушки: 1-мезентерин, 2-легкие, 3 -язык, 4-плавательная перепонка, 5-легкие

## Кровеносная система лягушки



**Рис. 102.** Схема изучения капиллярного кровообращения лягушки

**Ход работы:** Наркотизированную лягушку кладем брюшком вниз на пластинку. Расправляем плавательную перепонку над одним из отверстий в пластинке и укрепляем булавками (перепонку не натягивать). При малом увеличении находим артериальные и венозные сосуды, ориентируясь по направлению тока жидкости в них. Если кровь в сосудах не течет или двигается толчками, натяжение перепонки надо ослабить. Наблюдаем течение крови в артериолах, капиллярах и венулах.



**Рис. 103.** Наблюдение кровообращения : А-плавательная перепонка; В – кровообращение в плавательной перепонке

Отмечаем различия в скорости движения крови и особенности прохождения эритроцитов через капилляры. Повторяем наблюдение за кровообращением в капиллярах, поместив под микроскоп язык, расправленный над отверстием пластинки. В этом опыте можно использовать и брыжжейку.

Необходимо зарисовать наблюдаемую картину и сделать выводы. Результаты оформляем.

### **Работа № 55. Влияние адреналина на сосудистую деятельность**

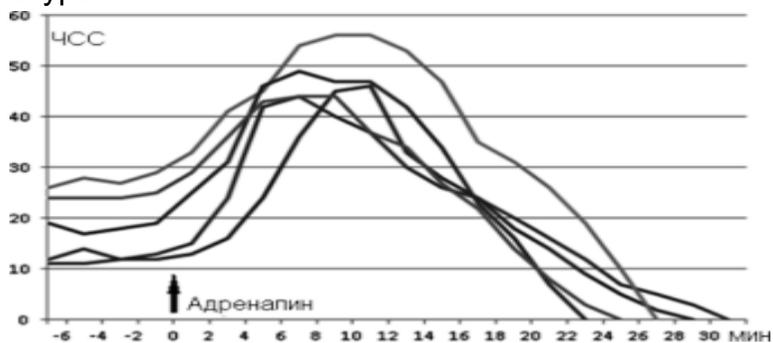
Регуляция просвета кровеносных сосудов осуществляется не только нервными влияниями, но и гуморальными факторами. Имеется ряд веществ, расширяющие просвет сосудов (ацетилхолин, гистамин). Суживают просвет сосудов вазопрессин, адреналин.

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, аппарат для перфузии, секундомер, штатив с

зажимом, шприц с тонкой иглой, стаканчик, нитки, булавки, 2 тонкие канюли, раствор Рингера, раствор адреналина (1:1000).

**Ход работы:** Чтобы подготовить аппарат для перфузии, используем стеклянный сосуд емкостью до 1 л, имеющий 2 тубуса, закрытых пробками с отверстиями для полых стеклянных трубочек. Трубка, вставленная в верхнее отверстие, должна погружаться в раствор Рингера, налитый в этот сосуд. Боковая короткая стеклянная трубочка соединена длинной резиновой трубкой с одним из концов двойника. До проведения опыта на резиновую трубку накладываем зажим. Сосуд с перфузионной жидкостью должен находиться на 1 м выше поверхности стола. У лягушки разрушаем головной и спинной мозг и прикалываем ее булавками к дощечке брюшком вверх. Делаем П-образный разрез брюшной стенки. Переднюю стенку живота вместе с брюшной веной отбрасываем в сторону. Хорошо видны брюшная аорта и симпатические цепочки, идущие вдоль ее левой и правой сторон. Отступя 1 см от места деления аорты на подвздошные артерии, подводим под нее 2 лигатуры на расстоянии 5 мм друг от друга; лигатуры не завязываем. Затем лягушку поворачиваем головой к себе и, подтягивая за верхнюю лигатуру, делаем клиновидный надрез аорты маленькими ножницами и быстро вводим в открывшееся отверстие тонкую канюлю, наполненную раствором Рингера. Канюлю завязываем нижней лигатурой. В отверстие в брюшной вене вводим тонкую канюлю, которую также укрепляем

лигатурой.



**Рис.104.** Система для изучения влияния адреналина на сосуды лягушки (Изменение частоты сокращений изолированного нефиксированного сердца лягушки после аппликации 0,1%-го раствора адреналина гидрохлорид). По вертикали — частота сокращений в минуту. По горизонтали — время в минутах

Дощечку с лягушкой укрепляем в штативе в наклонном положении, ножной конец ниже головного. Канюлю, введенную в брюшную аорту, соединяем с двойником перфузионного аппарата и промываем сосудистый препарат раствором Рингера до полного исчезновения примеси крови в жидкости, вытекающей из канюли, введенной в брюшную вену. Подсчитываем капли, вытекающие из брюшной вены в подставленный стаканчик за каждую минуту в течение 3-4 минут. После этого, в резиновую трубку, соединяющую сосуд с брюшной аортой, тонкой иглой шприца вводим 1 мл раствора адреналина. Через 2 мин после введения вновь подсчитываем вытекающие капли за минуту в течение 3-4 минут. Число капель после введения адреналина резко уменьшается (в 3-4 раза), что свидетельствует о сужении сосудов. К концу опыта

замечаем, что в результате усиленного притока перфузионной жидкости к нижним конечностям произошел отек тканей – конечности резко увеличились в объеме. Это говорит о значительном изменении функционального состояния стенок сосудов, особенно капилляров. Результаты оформляем и делаем выводы.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Давление крови в сосудах. Значение артериол
2. Линейная скорость крови в различных участках сосудистого русла. Причина различий
3. Особенности артериального и венозного давления, сопротивления кровотока и скорости кровотока в начальном периоде онтогенеза
4. Причина непрерывного кровотока
5. Кровоток в капиллярах
6. Факторы, определяющие движение крови в венах
7. Тонус гладких мышц сосудов. Основные факторы определяющие возбуждение в этих мышцах

### **Работа № 56. Наблюдение артериального давления у теплокровных животных**

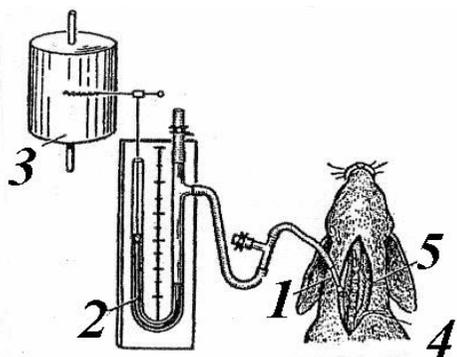
Кровь заполняет кровеносные сосуды и оказывает на их стенки определенное давление. Наблюдения показывают, что наибольшее давление крови в артериях, а наименьшее – в венах. В круаных венах, впадающих в правое предсердие давление

отрицательное (ниже атмосферного). Кровяное давление у животных измеряют введением канюли в кровеносный сосуд и последующего соединения его с ртутным манометром. Во избежание свертывания крови применяются различные химические вещества, которые вводят в кровеносное русло животного до опыта или заполняют ими систему трубок, соединяющих сосуд с манометром.

**Необходимо для работы:** препаративный набор, ртутный манометр, стеклянная канюля, резиновая трубка, зажимы, лигатура, 4% цитрат натрия, физ раствор, кимограф, бинт, вата, операционный стол и др.

**Ход работы:** При помощи шприца заполняем свободное колено манометра и идущую от него резиновую трубку жидкостью, предохраняющей кровь от свертывания, и накладываем на резиновую трубку зажим. На шее наркотизированного животного обнажаем сонную артерию на протяжении 10-12 см, тупой иглой отделяем ее от блуждающего нерва и яремной вены, расположенных в одном сосудисто-нервном пучке. Под артерию подводим 2 лигатуры, одна (дистальная) из которых предназначена для перевязки периферического конца сонной артерии, а другая – для фиксации канюли. На центральный конец артерии накладываем зажим на расстоянии 4-5 см от передней лигатуры. Делаем неглубокий косой надрез артерии и вставляем в нее канюлю, узким концом обращенную к сердцу. Ниткой завязываем канюлю вместе с артерией. Канюлю, предварительно

заполненную противосвертывающей жидкостью, соединяем с манометром. Присоединяем перо к закопченной ленте кимографа и проверяем высоту стояния поплавка, который не должен погружаться в ртуть. Пускаем в ход кимограф и на закопченной ленте записываем нулевую линию. Открываем кран манометра и снимаем зажим с артерии. Поплавок воспроизводит движение ртути в манометре, записывая при этом кривую кровяного давления на закопченной ленте.



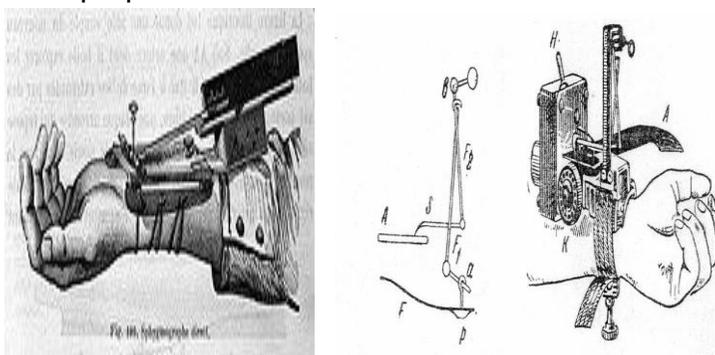
**Рис.105.** Измерение кровяного давления у животного: 1- канюля, вставленная в сонную артерию, 2-ртутный манометр, 3-цилиндр кимографа, 4-блуждающий нерв, 5-депрессорный нерв

На кривой кровяного давления заметны мелкие зубцы – волны первого порядка, соответствующие повышению давления в период систолы. Кроме волн первого порядка на кривой видны дыхательные зубцы – волны второго порядка. При вдохе кровяное давление увеличивается, при выдохе оно уменьшается. Иногда можно заметить волны третьего порядка, которые зависят от периодического изменения общего просвета сосудистого русла,

главным образом от изменения просвета мелких кровеносных сосудов. Кровяное давление можно изучать при кровопускании, при введении в вену физиологического раствора и др.

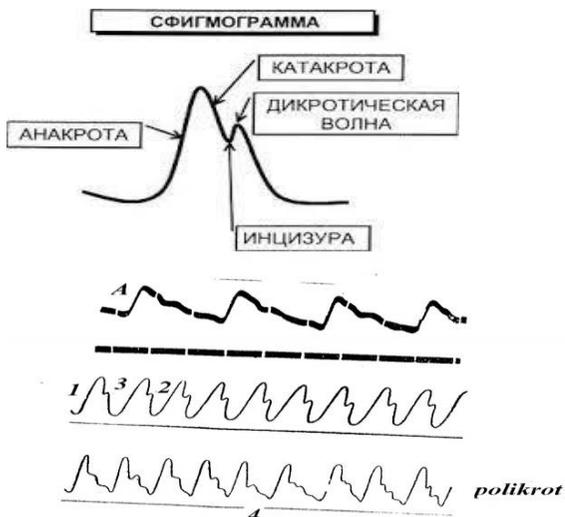
### **Работа № 57. Запись артериального пульса (сфигмография)**

Пульсом называют периодические колебания стенок кровеносных сосудов и изменение их просвета, возникающие в связи с распространением волн давления, обусловленных деятельностью сердца. Артериальный пульс прощупывается на артериях, расположенных поверхностно, чаще всего на лучевой. Пульс у человека регистрируют при помощи сфигмографа.



**Рис. 106.** Сфигмограф: А-закопченная бумага, Н-рычаг, К-колесо, F-пружина, S, F1, F2-рычаг, P-пелотта

**Необходимо для работы:** сфигмограф, цветной карандаш, бумага, студент.



**Рис.107.** Сфигмограмма: А-на закопченной бумаге. 1-анакрот, 2-катакрот, 3-дикротическая волна, 4-поликрот

**Ход работы:** Студент левую руку кладет на край стола в положении супинации. Отыскиваем место, где лучше всего пульсирует лучевая артерия, отмечаем его цветным карандашом и устанавливаем на нем пелотту сфигмографа. Как только начнет двигаться пишущий рычажок, сфигмограф закрепляем на руке при помощи специальной манжеты. Между валиками вставляем закопченную бумажку и продвигаем ее вперед настолько, чтобы пишущий рычажок оказался на его поверхности. Если движение рычажка хорошо заметно, то пускаем в ход часовой механизм и записываем кривую. Правильно полученная сфигмограмма характеризуется восходящим (анакрота) и нисходящим (катакрота) коленами. На катакроте всегда виден зубец-дикротический подъем. В молодом возрасте, при хорошей эластичности

кровеносных сосудов, на катакроте отмечается не один, а несколько зубцов (поликротин). Результаты оформить.

### **Работа № 58. Измерение кровяного давления у человека**

**Необходимо для работы:** тонометр, фонендоскоп или стетоскоп, сфигмоманометр Рива-Роччи, студент.

**Ход работы:** Кровяное давление у человека измеряют в плечевой артерии непрямым способом с помощью прибора сфигмоманометра Рива-Роччи, итальянского врача-педиатра (1895). Сфигмоманометр состоит из ртутного манометра, резинового баллона для нагнетания воздуха, полой резиновой манжетки, винтового крана для выпуска воздуха и резиновых трубок. Перед измерением кровяного давления устанавливаем крышку прибора с манометром в вертикальном положении. Открываем винтовой кран и, осторожно сжимая манжетку, выпускаем из нее воздух. Студента сажаем, свободно кладем на стол его руку ладонной поверхностью вверх. Освобождаем плечо студента от одежды. Закрепляем манжетку вокруг плеча так, чтобы локтевая ямка была свободной.

**а.** Измерение кровяного давления по пульсу (метод Рива-Роччи). Прощупываем пульс в дистальном отделе лучевой артерии. Закрываем винтовой кран и, продолжая прощупывать пульс, накачиваем в манжетку воздух для сдавливания плечевой артерии. В момент исчезновения пульса отмечаем уровень

ртути в манометре. Величина показания манометра будет приблизительно соответствовать систолическому давлению в плечевой артерии. Увеличиваем давление в манжетке на 20-30 мм рт.ст. После этого немного открываем винтовой кран и постепенно выпускаем воздух из манжетки.

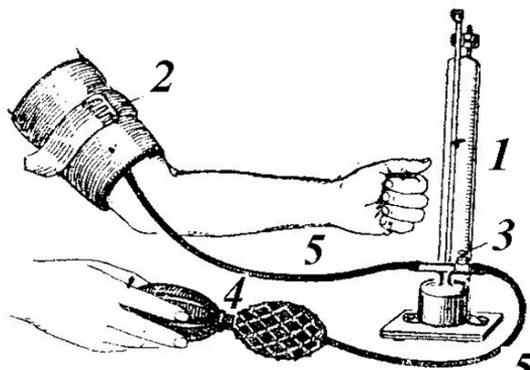
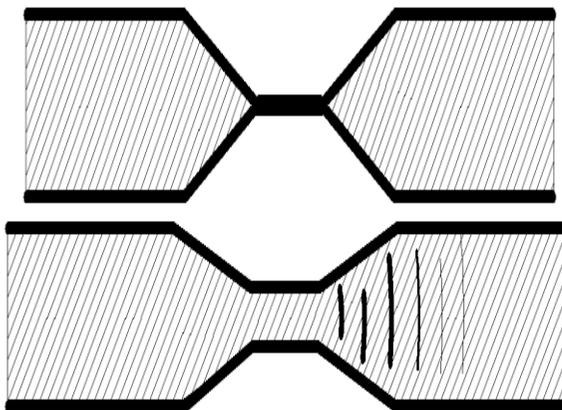


Рис. 108. Сфигмоманометр для измерения давления крови человека

Показание манометра при появлении пульса будет свидетельствовать о величине максимального (систолического) давления.

**б.**Измерение кровяного давления по методу Короткова. Этот способ основан на выслушивании тонов (шумов) в локтевой артерии, описанных Н.С.Коротковым в 1905 г. Тоны Короткова возникают в условиях, когда давление в манжетке ниже систолического, но выше диастолического давления в артерии. Этот способ позволяет достаточно точно определить не только систолическое, но и диастолическое давление.



**Рис. 109.** Измерение давления крови человека по Короткову: Лучевая артерия в моменты: а) полного пережатия, б) частичного приоткрывания

Прикладываем фонендоскоп к коже локтевой ямки ближе к медиальному краю (в том месте, где прощупывается пульс локтевой артерии). Нагнетаем воздух в манжетку до тех пор, пока давление в ней по показанию манометра не окажется заведомо выше систолического (на 20-30 мм рт.ст.). Об этом можно судить по отсутствию пульса в лучевой артерии и звуковых явлений в локтевой ямке. Слегка приоткрываем винтовой кран и медленно выпускаем воздух из манжетки. Отмечаем появление тонов Короткова, прослушиваемых в ритме сердечных сокращений. Замечаем величину давления в манжетке в момент исчезновения тонов. Отмечаем по манометру давление в момент исчезновения тонов. Оно соответствует диастолическому давлению крови. Полученные результаты оформляем.

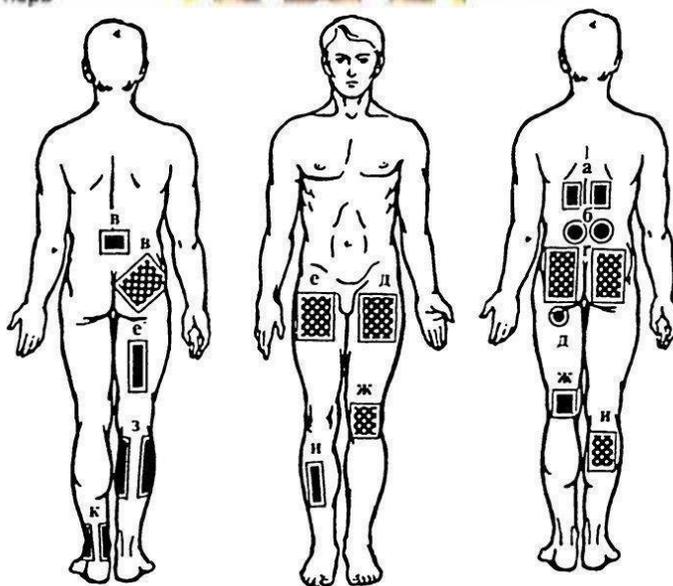
## **Работа № 59. Двигательные нервы, регулирующие сосудистую деятельность**

Впервые изменение просвета кровеносных сосудов под влиянием нервного раздражения Вальтер обнаружил в опытах на задней конечности лягушки в 1842 г. В 1852 г Клод Бернар в своих экспериментах на кроликах подтвердил данное явление. Тонус кровеносных сосудов регулируется центральной нервной системой через симпатическую и парасимпатическую нервную систему. В составе симпатических нервов проходят вазоконстрикторы - нервные веточки, вызывающие сужение просвета кровеносных сосудов. Влияние симпатической нервной системы на кровеносные сосуды можно показать перерезкой нервных веточек или раздражением их электрическим током (опыт Клод Бернара, 1852). Вазодилататоры расширяют просвет кровеносных сосудов. Рефлекторное понижение кровяного давления можно получить при раздражении депрессорного нерва – чувствительной веточки, проходящей в общем стволе блуждающего нерва и берущей начало в стенке дуги аорты. При повышении давления в аорте механически раздражаются окончания депрессора, возбуждение от которых идет по депрессору в продолговатый мозг, где переключается на блуждающие нервы и направляется к сердцу, замедляя его деятельность. Главным образом, когда в аорте повышается кровяное давление, вслед за этим происходит рефлекторное его

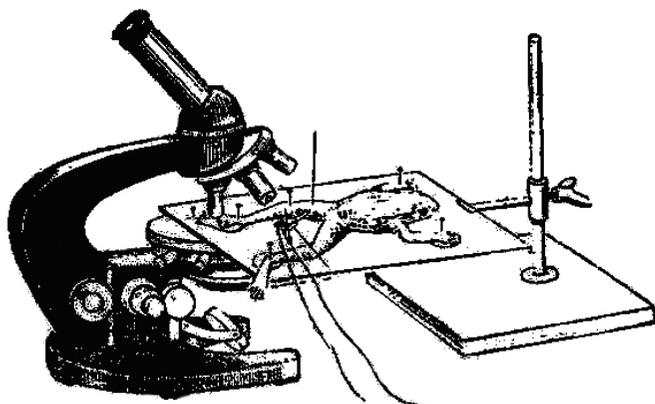
понижение, показывающее, что кровеносная система обладает способностью к саморегулированию.

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, стимулятор, операционный стол, штатив, микроскоп, электроды, нитки, раствор Рингера для теплокровных и холоднокровных животных, пробковая дощечка с отверстием, лягушка, кролик.

**Ход работы: 1. Опыт Вальтера (1842).** Прикрепляем обездвиженную лягушку к дощечке, на одной из конечностей на уровне бедра делаем надрез, седалищный нерв берем на лигатуру и перерезаем. Плавательную перепонку этой конечности натягиваем на дощечку и закрепляем булавками. Дощечку кладем на предметный столик микроскопа и внимательно рассматриваем движение крови в сосудах плавательной перепонки. При раздражении электрическим током периферического конца рассеченного нерва в течение 20-30 сек наблюдаем ускорение тока крови по капиллярам, вследствие сужения капилляра эритроциты вытягиваются. После окончания раздражения скорость движения крови восстанавливается, перемещение эритроцитов замедляется, вследствие расширения просвета капилляра они принимают шаровидную форму. Результаты оформляем и делаем выводы.



**Рис. 110.** Опыт Вальтера: 1-седалищный нерв, Расположение электродов при воздействии СМТ на пояснично-крестцовый отдел и по ходу седалищного нерва



**Рис. 111.** Опыт Вальтера: 1-седалищный нерв, 2.раздражающие электроды

**2. Опыт Клод Бернара (1852).** Область шеи наркотизированного кролика очищаем от шерсти. Делаем разрез по срединной линии шеи; тупым концом скальпеля раздвигаем мышцы, находим сосудисто-нервный пучок. Отыскиваем симпатический нерв, освобождаем его на протяжении 2-3 см от прилежащих тканей, перерезаем, а головной конец берем на лигатуру. После того, как животное просыпается от наркоза на стороне рассеченного симпатического нерва наблюдаем покраснение уха, расширение сосудов, повышение температуры. При раздражении электрическим током периферического конца симпатического нерва наблюдаем сужение сосудов уха, их побледнение и снижение температуры на соответствующей стороне.

## Вопросы для самоконтроля:

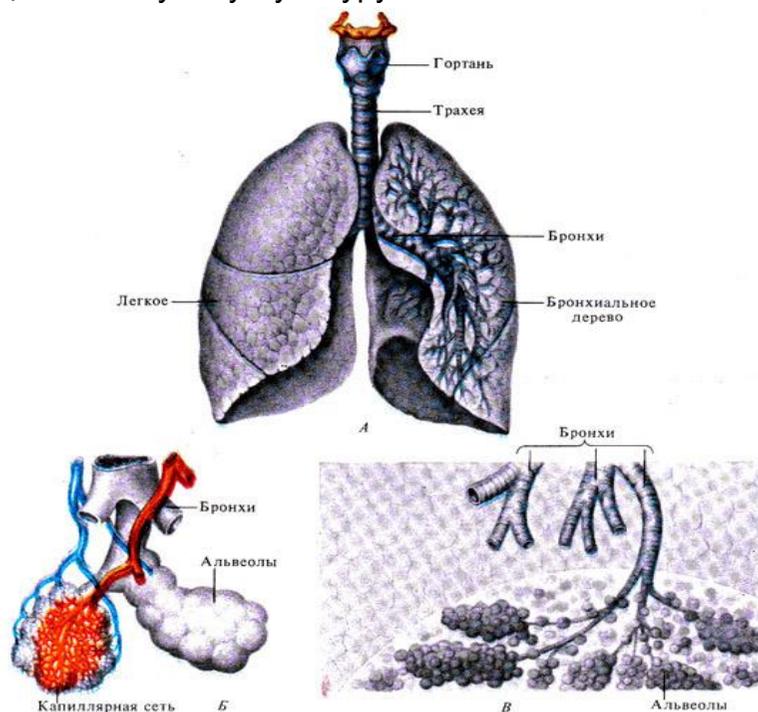
1. Зависимость минутного объема тока крови от разности давлений в крупных артериях и венах и от сопротивления периферических сосудов
2. Давление крови в сосудах разного калибра. Значение артериол
3. Линейная скорость тока крови в разных участках сосудистого русла. Причины различий
4. Особенности артериального и венозного давления сопротивления току крови и минутной скорости кровотока в раннем онтогенезе
5. Пульс, его происхождение. Сфигмография. Скорость распространения пульсовых волн у взрослых и детей
6. Характеристика кровотока в капиллярах
7. Тонус гладких мышц сосудов. Основные факторы, определяющие возбуждение этих мышц
8. Сосудодвигательные нервы. Характеристика вазоконстрикторов
9. Вазодилататоры, их виды и значение
10. Гуморальное влияние на просвет сосудов. Вещества, вызывающие сужение и расширение сосудов
11. Факторы, определяющие величину артериального кровяного давления
12. Давление крови в артериях - систолическое, диастолическое, пульсовое, среднее
13. Возрастные изменения кровяного давления
14. Причины низкого кровяного давления у детей

- 15.Прямые способы измерения артериального давления
- 16.Волны I, II и III порядка; их причины
- 17.Непрямые способы измерения артериального давления крови (по Рива-Роччи и Короткову)
- 18.Сосудодвигательный центр; его локализация и значение
- 19.Депрессорные рефлексy; механизмы их осуществления
- 20.Значение депрессорных рефлексy для кровообращения
- 21.Прессорные рефлексy; механизмы их осуществления
- 22.Условия возникновения и значение прессорных рефлексy
- 23.Гуморальные влияния на кровяное давление
- 24.Регуляция местного кровообращения
- 25.Изменения кровяного давления и перераспределение кровотока при физической работе
- 26.Изменение давления крови и перераспределение кровотока во время сна

## РАЗДЕЛ VI. ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

Сущность процесса дыхания сводится к обеспечению тканей кислородом, необходимым для окислительных процессов, и выделению из организма углекислого газа, образующегося в результате обмена веществ. Различают три основных этапа дыхания: внешнее дыхание, перенос газов кровью и тканевое дыхание. Внешнее дыхание – это обмен газов между легкими и окружающей средой. Перенос газов кровью осуществляется после физического растворения углекислого газа и кислорода в крови и связывания их различными компонентами крови. Тканевым дыханием называется обмен газов между кровью и клетками тканей. Тканевое дыхание осуществляется за счет действия сложных ферментативных систем. Дыхательные движения – наиболее доступная для наблюдения форма проявления деятельности дыхательной системы. Регуляция дыхательных движений осуществляется дыхательным центром. Образующие его нейроны расположены в ретикулярной формации продолговатого мозга; они обладают автономией и находятся под воздействием выше расположенных отделов мозгового ствола и коры больших полушарий. Динамика дыхания непрерывно приспособляется к меняющимся условиям внешней и внутренней среды за счет нервных и гуморальных воздействий на дыхательный центр. Афферентные импульсы, приводящие к рефлекторным изменениям дыхания, поступают как от

рецепторов легких и межреберных мышц, так и от других рецепторов организма. Гуморальные факторы могут влиять как непосредственно на хеморецепторы дыхательного центра, так и рефлекторно с хеморецепторных рефлексогенных зон сосудистого русла. Наиболее выраженное влияние на дыхание оказывает избыток в крови углекислого газа и недостаток кислорода. Эфферентные импульсы от дыхательного центра поступают к мотонейронам передних рогов спинного мозга, иннервирующим дыхательную мускулатуру.



**Рис. 112.** Строение легких

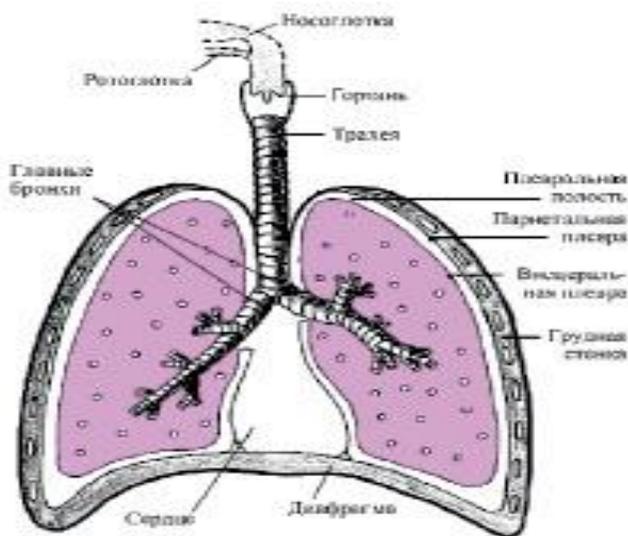


Рис. 113.

Схема строения органов дыхания

## Работа № 60. Запись дыхательных движений (Пневмография)

Регуляцию дыхания можно изучить графическим методом записи дыхательных движений. С этой целью используется пневмограф, который представляет собой замкнутую воздушную систему, способную передавать на регистрирующую часть колебания грудной клетки в момент вдоха и выдоха. В покое у взрослого человека частота дыханий равняется 16-18 в минуту, у людей физически тренированных она меньше. У новорожденных детей частота дыхания непостоянна и колеблется в пределах 40-70 в минуту (в среднем - 48), дошкольники в возрасте 5 лет дышат в среднем до 24 раз в минуту.

**Необходимо для работы:** пневмограф, кимограф,

нашатырный спирт, вода, студент.

**Ход работы:** Для выполнения работы на грудную клетку испытуемого надо укрепить манжетку, соединенную с пневмографом, и посадить испытуемого так, чтобы он не мог видеть запись своих дыхательных движений. Проверяем, происходит ли движение рычажка при дыхании. Если колебания выражены слабо, следует приблизить писчик к оси вращения рычажка с помощью винта капсулы Маррея. Отмечаем направление движения рычажка при вдохе и выдохе. Приводим писчик в соприкосновение с барабаном кимографа. Пускаем кимограф с медленной скоростью и записываем пневмограмму при спокойном дыхании. После того как запись станет равномерной, регистрируем дыхательные движения в течение 1 мин. Интервал времени, равный 10с, отмечаем на кимографе под пневмограммой вертикальными штрихами. Подсчитываем число дыханий за 1 мин. Пускаем барабан кимографа с большой скоростью и записываем несколько дыхательных движений. Рассмотрим пневмограмму и определим, какая фаза дыхания – вдох или выдох – является более продолжительной. С помощью пневмографа запишем на кимографе кривую дыхательных движений при спокойном дыхании (эйпноэ). Затем студенту следует подольше задержать дыхание в состоянии спокойного выдоха (на 25-40 с). Запишем дыхание после его возобновления (гиперпноэ). Предложим студенту часто и глубоко подышать (гипервентиляция), запишем остановку

дыхания после нее (апноэ). Необходимо убедиться в том, что изменение ритма и глубины дыхания вызывается накоплением или уменьшением углекислого газа в альвеолярном воздухе.

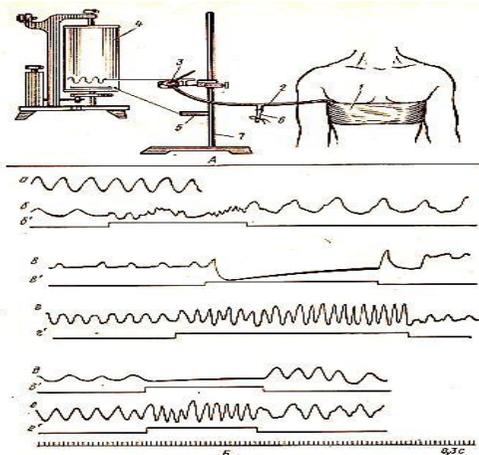


Рис. 114.

**Пневмограф:**

А - Графическая регистрация дыхания с помощью капсулы Марэя;

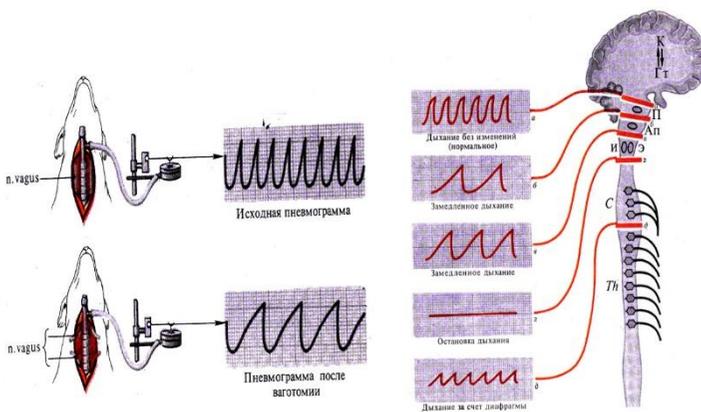
1 - широкая манжетка, 2- резиновая трубка, 3 – капсула Марэя, 4 – кимограф, 5- отметчик времени, 6 – тройник, 7 – универсальный штатив;

Б - Пневмограммы, записанные при действии различных факторов, вызывающих изменение дыхания:

а- спокойное дыхание; б – при вдыхании паров аммиака; в – во время разговора; г – после гипервентиляции; д – после произвольной задержки дыхания; е – при физической нагрузке;

Рефлекторное торможение дыхания при раздражении верхних дыхательных путей. Регистрируем дыхательные движения студента с помощью пневмографа. Подносим к носу студента вату, смоченную нашатырным спиртом. Наблюдаем и записываем изменения дыхания. Убираем вату и

продолжаем запись до восстановления исходного ритма дыхания. Необходимо объяснить путь афферентных импульсов к дыхательному центру и состояние последнего при остановке дыхания.



**Рис. 115.** Пневмограмма: а- спокойное дыхание, б при физической нагрузке, в-при разговоре, г-во время кашля, д-при одышке, е-во время гипервентиляции. 1-Регистрация дыхания, II- регистрация ,применяемого влияния.

Рефлекторное торможение дыхания при глотании, чихании, чтении стихов, пении. Производим регистрацию дыхательных движений. Студент набирает в рот воду и глотает ее в момент вдоха. Наблюдаем изменения дыхания. Студент проглатывает воду в момент выдоха, а также при глотании, чихании, чтении стихов, пении. Результаты оформляем.

## Работа № 61. Измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ)



Рис. 116. Схема спирометра

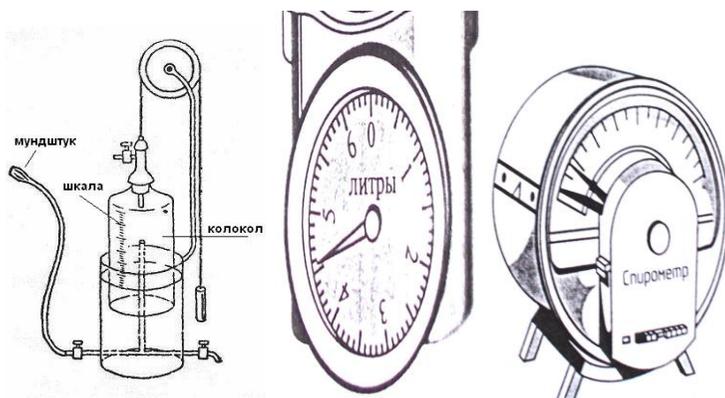
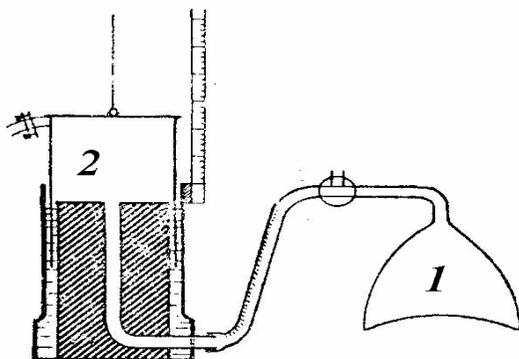


Рис. 117. Водяной спирометр и схема его строения

**Необходимо для работы:** спирометр, зажим для носа, дезинфицирующий раствор, студент.

**Ход работы:** протираем мундштук спирометра дезинфицирующим раствором и подносим его ко рту. Делаем максимально глубокий вдох, а затем, зажав

нос, - максимально глубокий выдох в спирометр. Пользуясь шкалой спирометра, определяем величину ЖЕЛ с точностью до 100 мл и записываем показатели. У взрослого человека среднего роста ЖЕЛ равняется 3-5 л. На каждые 5 см роста, начиная со 155 см, она увеличивается в среднем на 300 мл. У мужчин величина ЖЕЛ примерно на 15% больше, чем у женщин. ЖЕЛ складывается из дыхательного объема (ДО), резервного объема вдоха (РОВд) и резервного объема выдоха (РОВвд):  $ЖЕЛ = ДО + РОВд + РОВвд$ .



**Рис. 118.**

Схема прибора, определяющего резервный объем воздуха:  
1-легкие, 2-спирометр

Для определения дыхательного объема нужно сделать несколько свободных дыхательных движений. Затем взять мундштук спирометра в рот и произвести 6-8 спокойных выдохов в прибор. Его показатель разделить на число выдохов, полученная цифра будет соответствовать средней величине дыхательного объема; она колеблется от 300 до 700 мл. Для определения резервного объема выдоха (запасной

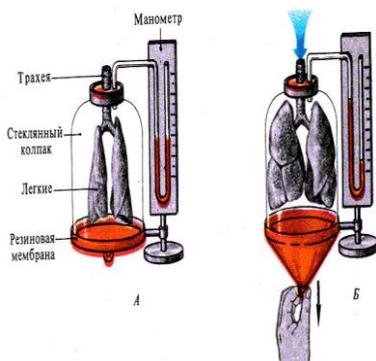
объем) делаем несколько дыхательных движений, затем - в конце последнего выдоха – производим максимальный выдох в спирометр. Показатель на приборе равен величине резервного объема выдоха ( в среднем 1500 мл). Резервный объем вдоха определяем по разности:  $POVд = ЖЕЛ - (ДО + POVыд)$ . Результаты оформляем.

### **Работа № 62. Изучение объема вентиляции легких на модели Дондерса**

**Необходимо для работы:** модель Дондерса

**Ход работы:** модель Дондерса представляет собой стеклянную емкость, имитирующую грудную клетку, с двумя отверстиями: в верхней и нижней части. Нижнее отверстие («дно») затянуто резиновой перепонкой, которая выполняет роль диафрагмы. Для возможности втягивания или оттягивания «диафрагмы» в ее центре укреплена (клеем или лигатурой) резиновая трубка (или пуговица). В верхнее отверстие вставляем пробку с двумя отверстиями, через которые пропущены стеклянные трубки. На нижний конец одной из трубок надеваем резиновый баллон (воздушный шарик). Конец другой трубки должен быть направлен в стеклянную емкость, имитирующую плевральную полость. Обе трубки через тройники соединены с водяными манометрами, которые регистрируют давление в «плевральной полости» - манометр А, в легких – манометр Б. Через тройник манометра А осторожно отсасываем небольшое количество воздуха для создания в «грудной полости» давления ниже

атмосферного; при этом «легкие» расправляются. Теперь приступаем к работе: Имитация вдоха. Оттягиваем «диафрагму» вниз. Объем «грудной полости» увеличивается, внутри плевральное давление уменьшается. Эластические «легкие» растягиваются вслед за «грудной клеткой». Манометр Б показывает, что в начале «вдоха» давление в «легких» становится ниже атмосферного. Воздух засасывается в них, и давление восстанавливается. Одновременно манометр А показывает, что в плевральной полости давление уменьшается. Следовательно, вдох возможен благодаря увеличению разности давления на наружную и внутреннюю поверхности легких.



**Рис. 119.** Модель Дондерса

Имитация выдоха. Отпускаем «диафрагму». Объем плевральной полости становится меньшим (манометр А) Давление на наружную поверхность «легких» возрастает, их объем уменьшается, а давление в их полости увеличивается (манометр Б) Воздух

выталкивается из легких до уравнивания с атмосферным давлением, тогда как в манометре А оно все равно остается ниже атмосферного. Это еще раз доказывает, что давление в герметически замкнутой плевральной полости всегда ниже атмосферного (оно называется отрицательным).

Имитация нарушения герметичности. Открываем доступ в плевральную полость (снимаем с тройника один из зажимов). Давление на наружную и внутреннюю поверхности «легких» уравнивается, «легкие» спадаются. Дыхательные движения при этом становятся невозможными. Это доказывает то, что герметичность грудной полости является одним из важных факторов, обеспечивающих экскурсию легких, без нее невозможно создать разницу давления с наружной и внутренней поверхностями легких.

### **Работа № 63. Значение межреберных мышц для дыхания**

Увеличение объема грудной полости при вдохе происходит в результате сокращения мышцы диафрагмы и межреберных мышц. При этом объем грудной полости увеличивается в верхне-нижнем направлении вследствие уплощения купола диафрагмы, и в передне - заднем и боковом направлениях – вследствие подъема ребер при сокращении наружных межреберных и некоторых других мышц. При расслаблении дыхательных мышц ребра и купол диафрагмы возвращаются в исходное

положение и объем грудной полости уменьшается. Так происходит спокойный выдох. При глубоком выдохе наряду с расслаблением выдыхательных мышц сокращаются внутренние межреберные и другие выдыхательные мышцы. При этом ребра опускаются еще сильнее, а одновременное сокращение мышц брюшного пресса повышает давление в брюшной полости и тем самым еще больше поднимает купол диафрагмы. В результате происходит дальнейшее уменьшение объема грудной полости. Значение сокращения дыхательных мышц для изменения положения ребер при вдохе и выдохе легко обнаружить на специальной модели. Она состоит из четырех алюминиевых или деревянных планок, по углам подвижно скрепленных гайками. Одна из коротких планок, укрепленная в штативе, соответствует позвоночнику, другая короткая планка соответствует груди. На длинных планках, играющих роль ребер, на расстоянии  $1/3$  от обоих их концов прикреплены крючки для привязывания мышц.

**Необходимо для работы:** Рамка модели ребер с крючками, штатив с зажимом, препаровальный набор, стимулятор, игольчатые электроды, раствор Рингера, нитки, пробковая пластинка, лягушка.

**Ход работы:** Разрушаем у лягушки спинной и головной мозг и снимаем кожу с обеих лапок. Отпрепарируем две икроножные мышцы и отделим их от лапки вместе с коленным суставом и ахилловым сухожилием. Крепко затягиваем одну лигатуру вокруг коленного сустава, а другую – вокруг ахиллова

сухожилия. При помощи лигатур укрепляем мышцы в рамке крест-накрест так, чтобы оба ахиллова сухожилия были обращены в одну сторону.

Таким образом получаем модель работы наружных и внутренних межреберных мышц. Раздражаем ритмическим индукционным током то одну, то другую мышцу и наблюдаем поочередно поднятие и опускание передней стенки рамки. Необходимо объяснить, почему при сокращении одной мышцы «ребра» поднимаются, а при сокращении другой – опускаются. Какое движение соответствует вдоху и какое выдоху. Необходимо зарисовать схему.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Значение дыхания для организма. Дыхательная система
2. Мышцы вдоха и выдоха. Их иннервация
3. Механизм влияния сокращений дыхательных мышц на объем грудной полости. Особенности у новорожденных детей
4. Давление в плевральной полости и его изменения при дыхании
5. Давление в полости легких при вдохе и выдохе, причины его изменений
6. Эластическая тяга легких, ее происхождение и значение. Растяжимость легких. Величина у взрослых и детей
7. Опыты с использованием модели Дондерса
8. Жизненная емкость легких. Объемы, входящие в ее состав. Способы измерения. Величины у взрослых и

детей

9.Общая емкость легких. Остаточный объем.

10.Функциональная остаточная емкость.

Коэффициент вентиляции легких у взрослых и детей

11.Частота дыхания у взрослого и ребенка

12.Минутный объем вентиляции легких. Способы определения.

13.Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Причины различий. Особенности у детей

14.Парциальное давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе у взрослых и детей.

Расчет их величин

15.Напряжение кислорода и углекислого газа в венозной и артериальной крови

16.Газообмен между альвеолярным воздухом и кровью

17.Газообмен между кровью и тканевой жидкостью в капиллярах большого круга кровообращения

18.Значение физически растворенных и химически связанных кислорода и углекислого газа крови

19.Количество кислорода и углекислого газа в артериальной и венозной крови. Методы определения

20.Перенос углекислого газа кровью. Образование бикарбонатов и карбаминогемоглобина

## РАЗДЕЛ VII. ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Под функцией выделения подразумевается выведение из организма продуктов метаболизма. Кроме того, организм за счет выделения освобождается от токсических веществ, которые могут проникнуть в него различными путями. Главным органом выделения являются почки, но выделительная функция присуща и легким, коже, слизистым оболочкам пищеварительного тракта. Продукты выделения выводятся из организма в виде растворов или газообразных веществ. Выделение необходимо организму для поддержания гомеостаза. Мочевыделительная система включает в себя почки, мочеточники, мочевой пузырь и мочеиспускательный канал. Главной функцией мочевыделительной системы является выведение из организма шлаков. Почка состоит из 2 слоев: мозгового и коркового. Корковое вещество представлено сосудистыми клубочками и капсулами, а также проксимальными и дистальными отделами канальцев. Мозговое вещество представлено петлями нефронов и собирательных трубочек, которые, сливаясь между собой, образуют более темные пирамиды, каждая из которых заканчивается сосочком, открывающимся в лоханку почки. Основной структурно-функциональной единицей почки является нефрон, состоящий из сосудистого клубочка и системы канальцев и трубочек. Сосудистый клубочек представляет собой сеть тончайших капилляров, окруженную двухстенной

капсулой. В него входит приносящая артерия и выходит выносящая. Полость внутри капсулы продолжается в каналец нефрона. Он состоит из нескольких отделов: проксимальной части, петли и дистальной части. Дистальная часть канальца впадает в собирательную трубочку. Затем трубочки сливаются между собой и соединяются в протоки, открывающиеся в лоханку почки.

Регуляция мочеобразования происходит нервным и гуморальным путем. Нервная регуляция осуществляется за счет изменения тонуса приносящих и выносящих артериол, т.е. регуляция давления в них. Возбуждение симпатической нервной системы ведет к повышению тонуса гладкой мускулатуры, повышению давления и ускорению клубочковой фильтрации. Возбуждение парасимпатической нервной системы приводит к обратному эффекту.

Гуморальный путь регуляции осуществляется за счет гормонов гипоталамуса и гипофиза. Соматотропный и тиреотропный гормоны заметно повышают количество образующейся мочи, а действие антидиуретического гормона гипоталамуса ведет к уменьшению этого количества за счет повышения интенсивности обратного всасывания в почечных канальцах.

Т.о., процесс мочеобразования состоит из 3 этапов: фильтрации, обратного всасывания и секреции. Клубочковая фильтрация обеспечивает образование первичной мочи, обратное всасывание и секреция сказывается на ее концентрации.

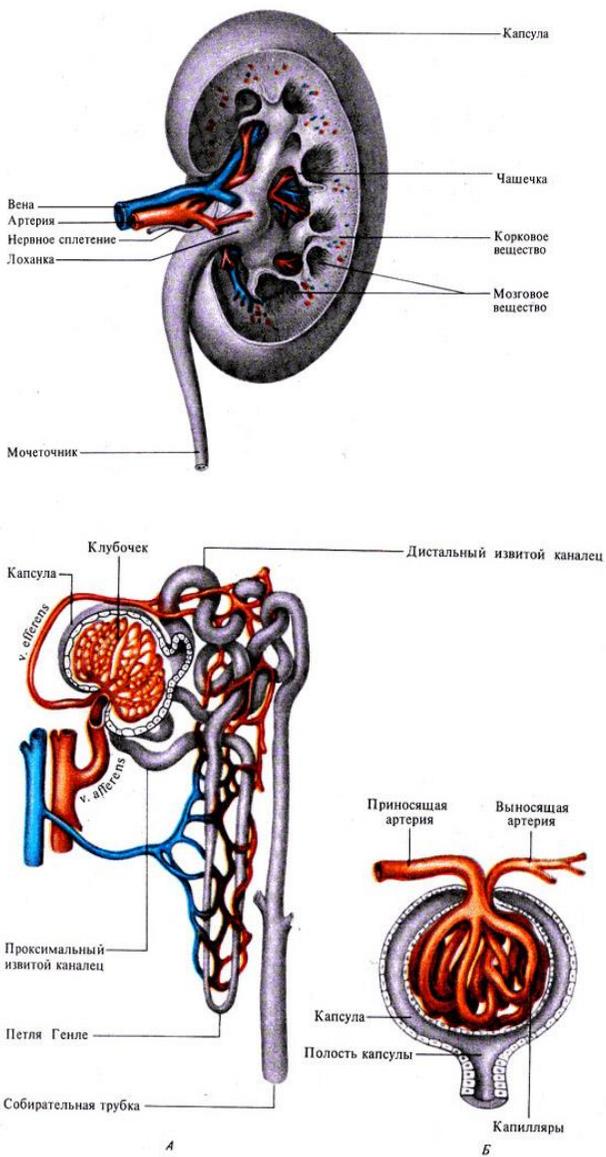


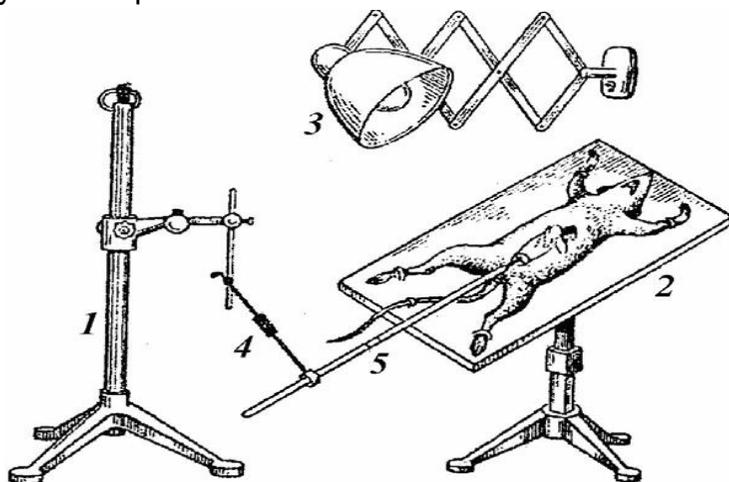
Рис. 120. Строение почки

## Работа № 64. Наблюдение водного диуреза

Величина диуреза определяется прежде всего влиянием гормона нейрогипофиза – вазопрессина на реабсорбцию воды в почках.

**Необходимо для работы:** собака или крыса с выведенными на брюшную стенку мочеточниками, станок или обменная клетка, воронка, колба, пробирки, водно-молочная смесь.

**Ход работы:** Собаку или крысу с выведенными мочеточниками помещаем в станок или обменную клетку; в области выведенных мочеточников укрепляем воронку и начинаем сбор мочи 3- или 5-минутными, а в случае работы с крысами- 30-минутными пробами.



**Рис. 121.** Схема установки для изучения диуреза: 1— штатив; 2—препаратная доска с фиксированной крысой; 3—лампа обогрева; 4— фиксатор для канюли; 5— канюля, фиксированная в мочевом пузыре крысы

Измеряем каждую пробу мочи. Через 15-20 мин. от начала сбора мочи даем животному водно-молочную смесь в количестве 5% от массы тела и продолжаем наблюдение за мочеотделением, собирая мочу в такие же временные интервалы. Отмечаем нарастание диуреза. Опыт продолжаем в течение 1,5-2 ч. Полученные данные вносим в таблицу. Необходимо объяснить причину и механизм развития гидроуреза после водной нагрузки и нарисовать схему рефлекторной дуги осморегулирующего рефлекса. Результаты оформляем.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Понятие об экскреции. Значение почек в поддержании постоянства внутренней среды (гомеостаза)
2. Количество, состав и свойства мочи у взрослых и новорожденных детей. Концентрационные индексы
3. Клубочковая фильтрация. Первичная моча, ее состав и количество
4. Особенности фильтрации у новорожденных детей
5. Определение величины фильтрации. Коэффициент очищения плазмы крови
6. Фильтрационное давление, факторы его определяющие.
7. Реабсорбция в почечных канальцах. Активная и пассивная реабсорбция
8. Функции петли Генле. Поворотнo-противоточная система.

9. Обязательная и факультативная реабсорбция воды. Особенности у новорожденных детей
10. Канальцевая секреция
11. Регуляция функции почек. Значение вазопрессина и альдостерона
12. Осморегулирующий рефлекс. Механизм изменения диуреза после водной нагрузки и при водном голодании
13. Развитие осморегулирующего рефлекса в раннем онтогенезе
14. Гемодинамика. Искусственная почка
15. Мочевыделение. Особенности у маленьких детей

## **РАЗДЕЛ VIII. ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРЕНИЯ**

Пищеварением называется процесс механической и химической обработки пищи и превращение ее в такую форму, которая удобна для всасывания, переноса кровью и дальнейшего усвоения в организме. Поступающая в организм пища идет на восстановление энергетических затрат и используется в качестве пластического материала. Во время пищеварения происходит механическая, физическая и химическая обработка пищи. И.П.Павлов является создателем учения о пищеварении. Он разработал новые методы изучения двигательной функции пищеварительного тракта. И.П.Павловым установлена зависимость секреторной и двигательной функции отдельных участков пищеварительной системы от ЦНС и от влияния различных условий

среды. Учение И.П.Павлова раскрыло механизм регуляции процессов пищеварения со стороны ЦНС, обеспечивающий работу пищеварительной системы как единой целой. Созданная И.П.Павловым «Физиологическая хирургия пищеварительного канала» легла в основу изучения физиологии и патологии пищеварения и служит источником для дальнейшего развития исследований в этой области. Процесс пищеварения подразделяют на переваривание во рту, желудке, двенадцатиперстной кишке и тонком кишечнике. В толстой кишке происходит главным образом всасывание воды из полости кишечника в кровь.

### **Работа № 65. Наблюдение слюноотделения у собаки**

**Необходимо для работы:** собака с фистулой слюнной железы, воронка, менделеевская замазка, спиртовка, градуированная пробирка, станок для собаки, мясо, мясо-сухарный порошок, песок, камешки, 0,5% раствор соляной кислоты.

#### *Операция фистулы околоушной железы*

**Ход работы:** Операция проводится под эфирно-хлороформным наркозом после предварительной дачи несколько увеличенной дозы морфия, поскольку операция проводится в ротовой полости, а это затрудняет дачу наркоза. Собаку привязываем брюхом кверху на операционном столе. Выбираем одну из щек и обрабатываем ее йодом. Отыскиваем на внутренней

стороне щеки, отвернув ее пальцами, отверстие протока околоушной железы против третьего коренного зуба. Вводим в проток тонкий зонд с утолщением на конце. Для этого зонд ставим перпендикулярно к поверхности слизистой, стараясь ввести его в отверстие протока и круто поворачиваем зонд, чтобы его направление совпало с направлением протока. Осторожно зонд вводим в проток; он должен входить легко.

На расстоянии 4-5 мм от зонда тонкой иглой накладываем на слизистую две лигатуры – одну впереди зонда, другую – позади него. Лигатуры нужны, чтобы с их помощью после препаровки протянуть проток на наружную поверхность щеки. Чтобы не спутать передние и задние края слизистой, накладываем узел на заднюю лигатуру. Вокруг протока намечаем скальпелем круг диаметром 8-10 мм. Надрезаем по этому кругу слизистую до подслизистой оболочки, не давая зонду выскакивать из протока. Отпрепарируем проток от окружающих тканей вглубь на 4-5 см, не повреждая кровеносные сосуды. Там, где слизистая отпрепарована, прокалываем скальпелем щеку собаки изнутри наружу. Снаружи по высунутому концу скальпеля протягиваем лигатуры, наложенные на задний и передний концы слизистой. Зонд вытаскиваем из протока. При выведении протока наружу конец зонда оказывается повернутым в обратную сторону; при этом передняя лигатура оказывается на задней стороне щеки, а задняя – на передней. На щеке ножницами срезаем кожу по

размеру выведенного наружу отверстия протока с окружающим кольцом слизистой оболочки. Пришиваем кусок слизистой к коже 6-7 отдельными тонкими лигатурами. Во рту дефект слизистой затягиваем непрерывным швом. Кожу смазываем вазелином и наклеиваем коллодием кружок из нескольких слоев марли. Начиная с третьего дня даем раз в сутки собаке сухари и следим за выделением сока. Если сок не выделяется, поверхность слизистой осторожно промываем ваткой, смоченной теплым раствором Рингера. Швы с кожи снимаем на 5-6 день. Края раны промываем 2% раствором перекиси водорода или перекиси марганца. Внутри ротовой полости уход за раной не нужен.

**Ход работы:** Собаке показываем мясо, хлеб или другие продукты (дразним) и обращаем внимание на выделение слюны в ответ на вид и запах пищи в порядке условного рефлекса. Собаку кормим мясом, изрубленным на мелкие куски (40 г), Происходит относительно сильное слюноотделение в связи с раздражением вкусовых рецепторов ротовой полости (безусловный слюноотделительный рефлекс). Кормим сухим мясным порошком (10 г); даем хлеб в кусочках (40 г); сухарный порошок (20 г); в рот собаке всыпаем, придерживая голову рукой, маленькими порциями сухой, хорошо промытый, речной песок (20 г); в рот вливаем дважды по 0,5 мл раствора соляной кислоты; вкладываем гладкие камешки 2-3 раза по 4-5 камешков. Время действия раздражителей во всех случаях должно быть одинаковым (30 сек). Слюну

собираем в течение 60 сек после начала раздражения.  
Полученный результат оформляем.

**Таблица 12**

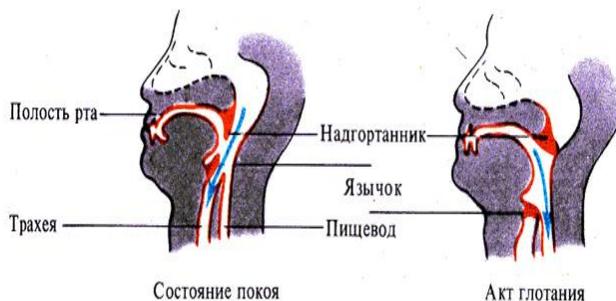
Вид раздражителя	Кол-во выделенной слюны в мл	Качество слюны	Время действия
Хлеб			
Сухари			
мясо			
Мясной порошок			
молоко			
Речные камешки			
Речной песок			
0,2% НС1			

### **Работа № 66. Наблюдение слюноотделения у человека**

**Необходимо для работы:** капсула Лешли-Красногорского, шприц емкостью 5 или 10 мл, зажим Пеана, пробирка, раствор лимонной кислоты, спирт, вата.

В 1907-1908 гг для получения у человека чистой слюны из протока слюнных желез применяли капсулу Лешли-Красногорского. Капсула состоит из двух, имеющих общее основание несообщающихся между собой камер – наружной и внутренней. Обе они снабжены отводными трубками. Наружная камера служит для прикрепления капсулы к слизистой оболочке ротовой полости путем ее присасывания. Внутренняя камера служит приемником для слюны, вытекающей из

протока слюнной железы.



**Рис. 122.** Методика сбора слюны у человека. Капсула Лешли-Красногорского

Моем и дезинфицируем капсулу. Присоединяем шприц к резиновой трубке, сообщающейся с наружной камерой. Студент открывает рот, оттягиваем угол рта вверх и в стороны и находим на внутренней поверхности щеки, напротив второго верхнего коренного зуба бугорок, на котором открывается проток околоушной слюнной железы. Помещаем капсулу таким образом, чтобы отверстие протока слюнной железы приходилось в центре внутренней камеры. Плотнo прижимаем капсулу к щеке. Отсасываем шприцем воздух из наружной камеры (не вызывая у студента болевого ощущения), чтобы капсула присосалась к слизистой оболочке. Студент закрывает рот. Пережимаем резиновую трубку, после чего отсоединяем шприц. Опускаем трубку, соединенную с внутренней камерой, в пробирку. Смачиваем язык раствором лимонной кислоты и наблюдаем за выделением слюны. Собираем слюну. Объясняем схему рефлекторной дуги безусловного

слюноотделительного рефлекса.

### **Работа № 67. Состав и свойства слюны**

В состав слюны входит секрет околоушных, подчелюстных и подъязычных слюнных желез, а также многочисленных малых желез языка, дна полости рта и неба. Слюна – это первый пищеварительный сок. У взрослого человека за сутки ее образуется 0,5-2,0 л. В слюне имеются различные белки и белковое слизистое вещество – муцин. Пищевой комок, увлажненный слюной, благодаря муцину становится скользким и легко проходит по пищеводу. Основными ферментами слюны являются амилаза (птиалин) и мальтаза, которые действуют только в слабощелочной среде. Амилаза расщепляет крахмал (полисахарид) до мальтозы (дисахарид). Мальтаза действует на мальтозу и сахарозу и расщепляет их до глюкозы. Благодаря наличию в слюне лизоцима она обладает бактерицидными свойствами и предупреждает развитие кариеса.

**Необходимо для работы:** 10% раствор уксусной кислоты, 1% крахмальный клейстер, 10% раствор карбоната натрия, 0,1 н. раствор HCL, 10% раствор гидроксида натрия, 1% раствор сульфата меди, штатив с пробирками, водяная баня, спиртовка, раствор Люголя, реактивы Фелинга, пипетки на 2 мл, слюна, лакмусовая бумага, бумажные фильтры, фибрин, маленькие воронки, стакан со льдом.

**Ход работы:** 1.Обнаружение муцина в слюне. В две

пробирки наливаем по 2 мл слюны человека. В одну из пробирок добавляем 5 капель уксусной кислоты и отмечаем в ней выпадение белого осадка. Сравниваем содержимое двух пробирок.

2. Определение реакции слюны. Чтобы определить реакцию слюны, мы используем лакмусовую бумагу. При соприкосновении лакмусовой бумаги со слюной, находящейся в пробирке, красный цвет превращается в синий.

3. Переваривание крахмала слюной. Полоскаем рот 20 мл дистиллированной водой. В три пробирки наливаем по 2 мл слюны. Слюну в пробирке №2 кипятим на спиртовке. В пробирки №1 и 2 добавляем по 2 мл вареного крахмала, в пробирку 3 добавляем сырой крахмал. Все пробирки ставим в водяную баню или термостат (38С<sup>0</sup>). Через час содержимое пробирок исследуем на наличие крахмала и мальтозы. Содержимое пробирок №1-3 делим на две части. С первой частью каждой из трех пробирок проделываем реакцию на крахмал. Для этого прибавляем 1-2 капли раствора Дюголя. Со второй частью содержимого пробирок проделываем реакцию Фелинга (нагреваем до начала кипения). При наличии в растворе простых сахаров образуется буро-красная закись меди.

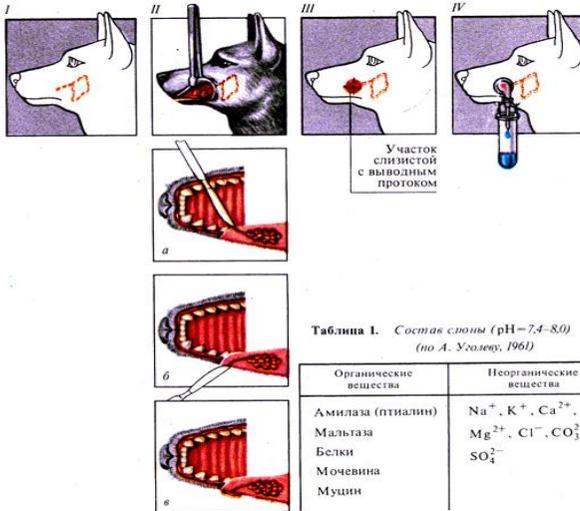


Таблица I. Состав слюны (рН=7,4-8,0)  
(по А. Уголеву, 1961)

Органические вещества	Неорганические вещества
Амилаза (птиалин)	$Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{2+}$ ,
Мальтаза	$Mg^{2+}$ , $Cl^-$ , $CO_3^{2-}$ ,
Белки	$SO_4^{2-}$
Мочевина	
Муцины	

Рис. 123. Схема рефлекторного слюноотделения

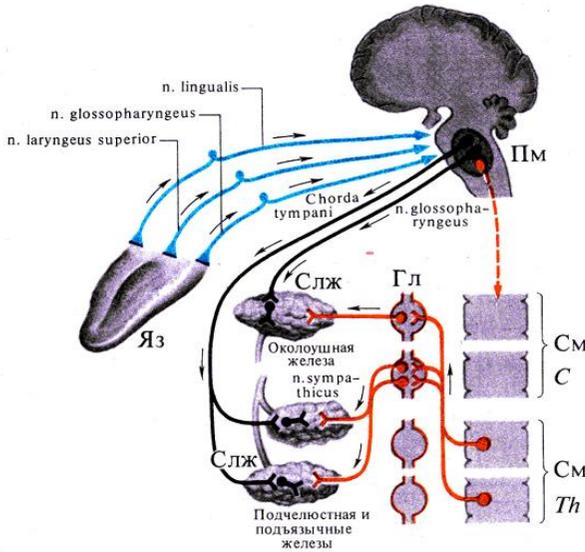


Рис.124.

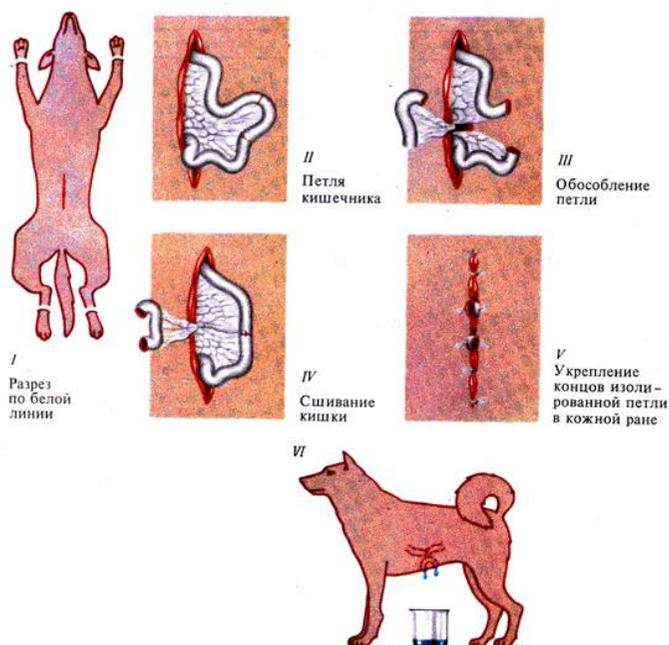
б/у рефлекторное слюноотделение

Полученные результаты оформляем.

## **Работа № 68. Операция фистулы желудка у собаки по методу В.А.Басова**

Впервые наложение фистулы желудка у собаки было проведено русским хирургом В.А.Басовым (1842). Для получения желудочного сока у собаки берем широкие канюли (диаметром в 2-3 см) и вшиваем их по средней линии живота. Операцию проводим под общим наркозом следующим образом. По средней линии живота делаем кожно-мышечный разрез длиной в 6-8 см. Забрюшинную жировую клетчатку отводим в сторону или, перевязав в верхнем углу раны, отсекаем. Через рану извлекаем желудок на поверхность кожи и обкладываем стерильными марлевыми салфетками. На передней поверхности дна желудка, ближе к кардиальной области и отступя от края большой кривизны на 3-4 см, накладываем овальный кисетный шов такого же диаметра как фистульная трубка. Нитка этого шва должна захватить только мышечную оболочку, не заходя в слизистый слой. После наложения кисетного шва желудок зажимаем жомом ниже шва. Острым скальпелем разрезаем мышечный слой посредине длинной оси обшитого овала. Подслизистая выпячивается наружу между краями разрезанной мышечной оболочки. Помощник захватывает пепаном за середину подслизистой и тянет вверх. Оперирующий срезает оттянутый кусок слизистой под пепаном, левой рукой с помощью хирургического пинцета захватывает край слизистой, а правой рукой начинает вводить фистульную трубку,

зацепив ее сначала за край слизистой вырезкой внутреннего диска. Помощник оттягивает противоположный край слизистой оболочки фистульным крючком, помогая оперирующему погружать трубку в полость желудка. Перед введением трубки в желудок нужно свинтить с нее наружный диск и вставить пробку так, чтобы она не выходила за края трубки. Затем помощник держит трубку за наружный конец на весу, а оперирующий крепко затягивает кисетный шов так, чтобы края слизистой оболочки не выступали наружу.



**Рис. 125.** Схема операции хронической фистулы желудка по методу В.А.Басова

Чтобы стенки желудка быстрее слипались с пристеночной брюшиной, на фистулу надеваем свободный край большого сальника и желудок опускаем в брюшную полость. Фистулу вшиваем в верхний угол брюшной раны. Сначала зашиваем брюшину узловым швом, затем послойно узловым швом толстыми нитками закрываем мышечный и кожный слой. На трубку навинчиваем наружный диск. Через 5-6 суток снимаем кожные швы, а на 10-12 день на собаке ставим опыты.

### **Работа № 69. Операция изолированного желудочка на гастроэзофаготомированной собаке по И.П.Павлову**

**Ход работы:** Операция изолированного желудочка производится под общим наркозом на гастроэзофаготомированной собаке. Разрезаем брюшную стенку по белой линии на расстоянии 10-15 см. Извлекаем желудок, обкладываем его марлевыми салфетками, смоченными теплым физраствором и накладываем резиновые жгуты на кардиальную область. Мягкими зажимами (3-5 штук) намечаем границы малого желудка, основание которого равно 3-3,5 см, а длина 10-12 см. Перевязываем пилорический отдел двумя лигатурами, расположенными на расстоянии 1-1,5 см от линии разреза.

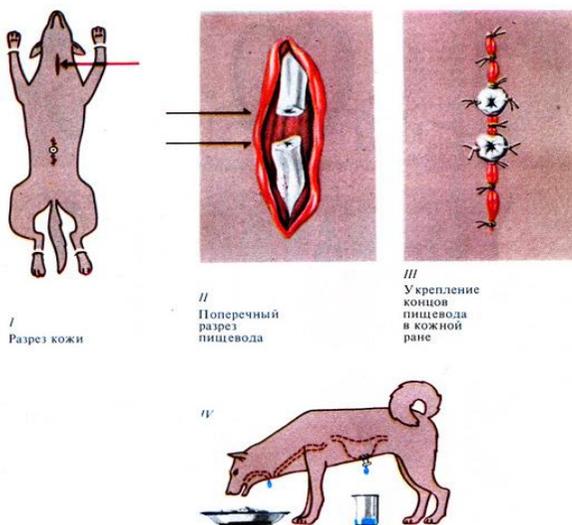
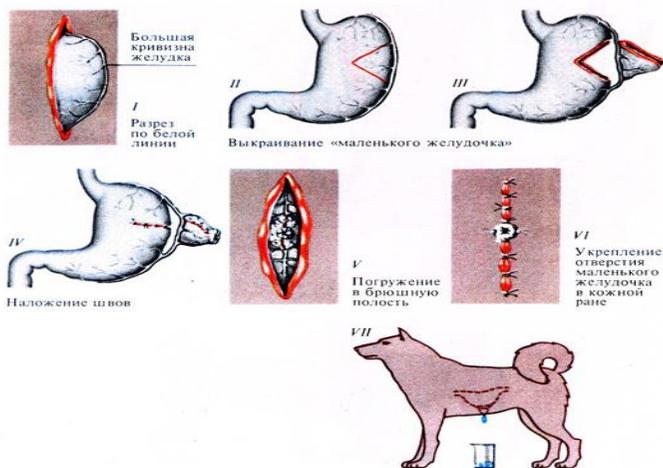


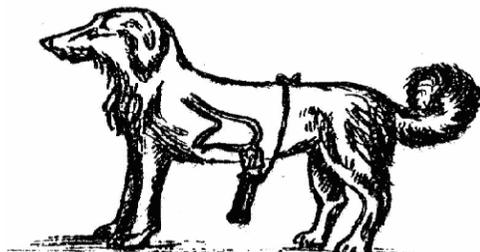
Рис. 126.  
Гастроэзофаготомированная собака

Разрезаем серозный и мышечный слои передней и задней стенок желудка по намеченной границе. Кровотокащие сосуды тщательно перевязываем, не обрезая концов лигатур. Вскрываем слизистую оболочку желудка. Желудок промываем теплым раствором 0,5% соляной кислоты, после чего вытираем насухо слизистую оболочку его. Вывертываем маленький лоскут на марлевую салфетку. Аккуратно разрезаем слизистую оболочку «мостика», соединяющего большой желудок и лоскут желудочка. Образуются своды большого и маленького желудочка. После затягивания лигатур образуется трубка, в которой проходят нервы к маленькому желудку. Обрезаем все концы лигатур. Послойно зашиваем сначала большой, затем маленький

желудок, оставив в последнем отверстие диаметром 1-1,5 см. Снимаем резиновые жгуты. Прошиваем непрерывным швом края раны, начиная от большого желудка через «мостик» до отверстия маленького желудка. Фиксируем сальник на месте наложения непрерывного шва. Отверстие маленького желудка укрепляем в ране брюшной стенки. Оставшуюся часть зашиваем послойно. В выведенном отверстии малого желудка укрепляем дренажную резиновую трубку.



**Рис. 127.** Схема изолированного малого желудка по И.П.Павлову



**Рис. 128.** Получение сока из малого желудка по методу П.И.Гайденгайну и И.П.Павлову

## Работа № 70. Моторная функция желудочно-кишечного тракта

Моторная функция желудочно-кишечного тракта изучается в острых и хронических опытах на животных. В острых опытах можно исследовать перистальтику кишок и свойства гладкой мускулатуры кишечника. В хронических опытах на собаках с фистулой желудка можно исследовать и периодическую деятельность желудка, наблюдаемую вне пищеварения.

**Необходимо для работы:** отрезок кишки кролика или кошки, стакан, банка для воды, стеклянная трубка с крючком, держатель для трубки, резиновый баллон, изотонический миограф, штатив, кимограф, раствор Рингера-Локка, анатомический пинцет, прямая игла, нитки, раствор ацетилхолина 1:10000 и адреналина 1:1000, эфир.

**Ход работы:** 1. Голодные движения желудка собаки с фистулой по Басову. Запись движений желудка ведется на медленно вращающемся кимографе. Скорость вращения барабана кимографа 1 мм в 5 сек. Животное перед опытом голодает 17-18 час. Каждый период голодных сокращений желудка длится 15-20 мин и повторяется каждые 1,5-2 часа после периодов покоя.

2. Движение кишечника. Под общим слабым наркозом животному, привязанному к операционному столу, отпрепарируем на шее блуждающий нерв и возьмем его на лигатуру. Вскрываем брюшную полость, извлекаем петли тонкого кишечника, расправляем в

тазике с раствором Рингера ( $38^{\circ}\text{C}$ ). Наблюдаем перистальтику кишечника (кольцевые сокращения круговых мышц, перешнуровывание кишечника, маятникообразные движения). Под блуждающий нерв подводим электроды. Раздражаем блуждающий нерв электрическим током и наблюдаем усиление перистальтики.

3. Перистальтика кишечника с фистулой по Тири-Велла. Животное с фистулой Тири-Велла ставим в станок. С орального конца кишечной петли вкладываем стеклянные шарики диаметром 1-1,5 см через некоторое время наблюдаем выпадение их из каудального конца кишечной петли. Если шарики вводить с каудального конца, несколько продвинув их в глубину кишечной петли, то они выпадают из этого же конца кишечной петли. Это доказывает, что движение содержимого кишечника происходит только в одном направлении. Стеклянные шарики, вводимые с орального конца кишки в большом количестве быстро выпадают из каудального конца, т.е. растягивание кашичника содержимым усиливает и ускоряет перистальтику кишечника.

4. Привязываем кролика к станку спиной вниз и наркотизируем с помощью эфира. Вскрываем брюшную полость, находим и перевязываем начальный отдел тонкого кишечника длиной 3-4 см. Вырезанный кусок помещаем в стакан с раствором Рингера-Локка, нагретого до  $37-38^{\circ}\text{C}$  (данная температура поддерживается на протяжении всего опыта). Сразу же начинаем насыщение раствора

кислородом. Для этого опускаем в стакан трубку, загнутую на конце в виде крючка и, периодически сжимая резиновый баллон, пропускаем воздух через раствор. Прошиваем стенку отрезка кишки с обоих концов и делаем небольшие петли. Просвет кишки должен оставаться открытым. С помощью одной из петель прикрепляем отрезок кишки к стеклянному крючку трубки. Опускаем трубку возможно ниже и укрепляем ее в штативе. С помощью другой петли прикрепляем кишку к миографу и устанавливаем его рычажок в горизонтальном положении. При этом весь отрезок кишки должен быть погружен в раствор. Записываем на кимографе автоматические сокращения отрезка кишки. Во время записи пропускание воздуха прекращаем. Определяем частоту сокращений кишки. Вклеиваем кривые сокращения в тетрадь.

Схема установки для наблюдения двигательной активности изолированной части кишки:

**а.** Во время записи сокращений кишечника добавляем в раствор Рингера-Локка 1-2 капли раствора ацетилхолина и перемешиваем. Записываем повышение тонуса и увеличение амплитуда периодических сокращений кишки.

**б.** Заменяем раствор Рингера-Локка для восстановления исходного тонуса и величины сокращений отрезка кишки.

**в.** Записываем сокращения кишки, после чего добавляем к раствору Рингера-Локка 2-3 капли адреналина. Регистрируем ослабление тонуса и

сокращений кишки. Результаты фиксируем и делаем выводы.

### **Работа № 71. Всасывание питательных веществ из кишечника в кровь и лимфу**

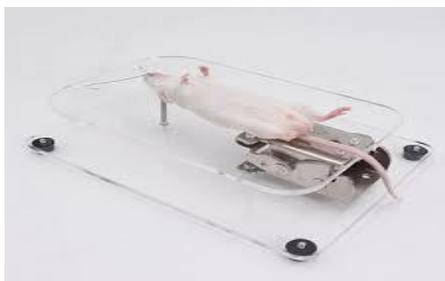
Всасывание – универсальный физиологический процесс, который связан с переходом разного рода веществ через слой каких-либо клеток во внутреннюю среду организма. Основной процесс всасывания происходит в тонком кишечнике. Углеводы всасываются в кровь в виде глюкозы и отчасти в виде других моносахаридов (галактоза, фруктоза). Всасывание моносахаров начинается в верхних отделах тонкого кишечника. В нижних его отделах в пищевой кашице почти не содержатся продукты расщепления углеводов. Белки всасываются в кровь в виде аминокислот и простых пептидов. Особенно энергично всасывание продуктов расщепления белков осуществляется в верхних отделах тонкого кишечника. Продукты расщепления белков животного происхождения (мясо, яйца, молоко) всасываются на 95-99%, растительного происхождения (хлеб, овощи, клетчатка) - на 60-80%. Нейтральные жиры расщепляются ферментами до глицерина и жирных кислот. Глицерин растворим в воде и легко всасывается. Жирные кислоты всасываются только после взаимодействия с желчными кислотами, с которыми они образуют комплексные соединения. Жиры поступают главным образом в лимфу и только

небольшая часть (30%)- в кровь. Вода, минеральные соли, витамины всасываются в кровь на всем протяжении тонкого кишечника. В толстом кишечнике всасывается вода и минеральные соли. Питательные вещества всасываются в том случае, если они поступают в толстый кишечник в значительном количестве и легко подвергаются всасыванию. Всасывание происходит наиболее интенсивно там, где больше поверхность соприкосновения пищи со слизистой оболочкой. В тонком кишечнике благодаря особенностям его строения имеются все условия для выполнения эпителиальными клетками слизистой оболочки их специфических функций. В слизистой оболочке тонкого кишечника имеются многочисленные круговые складки (складки Керкрина), огромное количество ворсинок и микроворсинок. В центре каждой ворсинки имеется лимфатический сосуд (млечное пространство или синус ворсинки). Снаружи ворсинка покрыта однослойным цилиндрическим эпителием. Между эпителием и синусом расположены тончайшие кровеносные сосуды. Лимфатический сосуд ворсинок окружают нервные волокна, которые связаны с подслизистым нервным сплетением. Всего в тонком кишечнике 4 млн ворсинок. На 1 кв.мм в среднем приходится 18-40 ворсинок. В начальных отделах тонкой кишки, где всасывание интенсивнее, количество ворсинок больше, в нижних отделах меньше. При отсутствии пищи в кишечнике ворсинки малоподвижны. Во время пищеварения ворсинки ритмически сокращаются, что облегчает всасывание

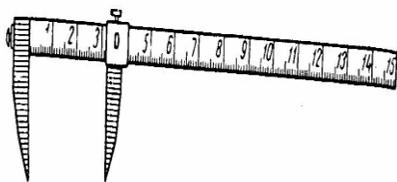
питательных веществ.

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, часы, штатив, шелк, марля, салфетки, канюли, градуированная стеклянная трубка, резиновые трубки, зажимы, тройники, растворы хлористого натрия (5%, 1,5%, 0,9%), 0,005% раствор фтористого натрия или 0,006% раствор мышьякоксидного калия, кролик или крыса.

**Ход работы:** У наркотизированной крысы (кролика) изолируем участок тонкой кишки длиной 10-15 см и в оба конца его вводим и закрепляем канюли. На канюлю одного конца кишки надеваем резиновую трубку, соединенную с градуированной бюреткой, на другую канюлю надеваем резиновую трубку с зажимом.



**Рис. 129.** Закрепление животного к операционному столу



(циркуль Вебера)

**Рис.130.** Эстериометр

Промываем кишку. Заполняем систему изотоническим раствором хлористого натрия и измеряем количество всосавшегося за 5 мин вещества. То же самое проделываем с гипо- и гипертоническим раствором. Опыт повторяем после введения фтористого натрия. Результаты оформляем.

Всасывание различных веществ в кишечнике

**Таблица 13.**

№	Концентрация веществ	Кол-во всасываемых веществ	время
1	0,9% NaCl		
2	0,5% NaCl		
3	5% NaCl		
4	0,005%NaCl		

**Вопросы для самоконтроля:**

- 1.Значение пищеварения
- 2.Состав и количество слюны. Особенности слюны, отделяемой различными железами. Амилаза слюны
- 3.Секреторные нервы слюнных желез. Значение парасимпатических и симпатических волоко.
- 4.Слюноотделительный рефлекс. Слюноотделение на различные пищевые вещества
- 5.Методы изучения слюноотделения у человека и животных
- 6.Особенности слюноотделения у маленьких детей
- 7.Глотание как рефлекторный акт
- 8.Виды сокращений мускулатуры желудка и кишечника. Их значение. Методы изучения в остром и

хроническом эксперименте

9. Факторы, влияющие на движения желудка и кишечника (механические раздражения, вегетативные нервы, гуморальные влияния)

10. Переход химуса из желудка в двенадцатиперстную кишку

11. Особенности двигательной активности кишечника у детей разного возраста

12. Всасывание продуктов пищеварения в кровь и лимфу

## **ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ. ПИТАНИЕ**

Обмен веществ является характерным признаком жизни. В организме динамически уравновешены процессы анаболизма (ассимиляции) – биосинтеза органических веществ, компонентов клеток и тканей, и катаболизма (диссимиляции) – расщепление сложных молекул компонентов клеток. Преобладание анаболизма обеспечивает рост, накопление массы тела, преобладание же катаболических процессов ведет к частичному разрушению тканевых структур, уменьшению массы тела. При этом происходит превращение энергии, переход потенциальной энергии химических соединений, освобождаемой при их расщеплении, в кинетическую, в основном тепловую и механическую, частично в электрическую энергию. Для возмещения энергозатрат организма, сохранения массы тела и удовлетворении потребностей роста необходимо поступление из внешней среды белков,

липидов, углеводов, витаминов, минеральных солей и воды. Их количество, свойства и соотношение должны соответствовать состоянию организма и условиям его существования. Это достигается путем питания. Необходимо также, чтобы организм очищался от конечных продуктов распада, которые образуются при расщеплении различных веществ. Это достигается работой органов выделения. Обмен веществ находится под регулирующим влиянием центральной нервной системы и желез внутренней секреции.

### **Работа № 72. Определение основного обмена по таблице**

Величина основного обмена характеризует минимальные затраты энергии неспящим человеком. Основной обмен определяют в следующих условиях: 1) человек лежит с расслабленной мускулатурой; 2) через 12-14 час после последнего приема пищи; 3) при температуре комфорта (около 20С<sup>0</sup> для обычно одетого человека). Для человека данного пола, возраста, массы и роста величина основного обмена является относительно постоянной, поэтому основной обмен позволяет судить о том, является обмен энергии в организме нормальным или он нарушен (при заболеваниях)? Найденную методом непрямой калориметрии величину сравнивают с данными таблиц, по которым определяют норму основного обмена для данного человека.

**Необходимо для работы:** ростомер, весы, таблицы,

студент.

**Ход работы:** а) Для определения нормы основного обмена пользуемся таблицами Бенедикта, составленными с учетом следующих показателей: роста и возраста (для мужчин и женщин отдельно) и массы тела. Находим два числа: первое число по росту и возрасту, второе число по массе. Оба числа суммируем (таблицы). Находим стандарт основного обмена для данного студента в сутки. Рассчитываем основной обмен на 1 кг массы в 1 час.

Данные для определения основного обмена за  
сутки у мужчин  
по росту и возрасту (первое число)

**Таблица 14.**

Рост, см			Возраст		годы						
	17	19	21	23	25	27	29	33	41	51	63
144	593	568									
148	633	608									
152	673	648	619	605	592	578	565	538	484	416	335
156	713	678	639	625	612	598	585	558	504	436	355
160	743	708	659	645	632	618	605	578	524	456	375
164	773	738	679	665	652	638	625	598	544	476	395
168	803	768	699	685	672	658	645	618	564	496	415
172	823	788	719	705	692	678	665	638	584	516	435
176	843	808	739	725	712	698	685	658	604	536	455
180	863	828	759	745	732	718	705	678	624	556	475
184	883	848	779	765	752	738	725	698	644	576	495

Данные для определения основного обмена за  
сутки у женщин  
по росту и возрасту (первое число)

**Таблица 15.**

Рост, см			Возраст,		годы						
	17	19	21	23	25	27	29	33	41	51	63
144	171	162									
148	187	178									
152	201	192	183	174	164	155	146	127	89	43	- 13
156	215	206	190	181	172	162	153	134	97	50	- 6
160	229	220	198	188	179	170	160	142	104	57	1
164	243	234	205	196	186	177	168	149	112	65	9
168	255	246	213	203	194	184	175	156	119	72	17
172	267	258	220	211	201	192	183	164	126	80	24
176	279	270	227	218	209	199	190	171	134	87	31
180	291	282	235	225	216	207	197	179	141	94	38

Данные для определения основного обмена по  
массе тела (первое число)

**Таблица 16.**

женщины				мужчины			
Масса, кг	ккал						
45	1085	68	1305	46	699	72	1057
46	1095	70	1325	48	727	74	1084
47	1105	72	1344	50	754	76	1112
48	1114	74	1363	52	782	78	1139
50	1133	76	1382	54	809	80	1167
52	1152	78	1401	56	837	82	1194
54	1172	80	1420	58	864	84	1222
56	1191	82	1439	60	892	86	1249
58	1210	84	1458	62	919	88	1277
60	1229	86	1478	64	947	90	1304
62	1248			66	974		
64	1267			68	1002		
66	1286			70	1029		

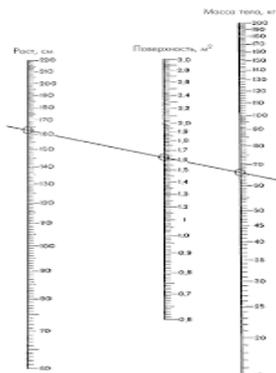
Величина основного обмена у детей в зависимости от массы тела за сутки (ккал)

Таблица17

Масса,к г	мальчи к	девочк а	Масса,к г	мальчи к	девочк а	Масса,к г	мальчи к	девочк а
3	150	136	14	700	687	30	1140	1063
4	210	205	15	725	718	32	1190	1101
5	270	274	16	750	747	34	1230	1137
6	330	336	17	780	775	36	1270	1173
7	390	395	18	810	802	38	1305	1207
8	445	448	19	840	827	40	1340	1241
9	495	496	20	870	852	42	1370	1274
10	545	541	22	910	898	44	1400	1305
11	590	582	24					
12	625	620	26					
13	665	665	28					

б) Величина нормального основного обмена для детей с разной массой тела приведена в таблице. Найдя величину основного обмена в сутки для новорожденного ребенка (масса тела 3-4 кг) и 5-летнего ребенка (масса тела 16-18 кг), рассчитываем обмен энергии у них на 1 кг массы в 1 час. Сравниваем полученные данные с соответствующими у взрослого.

в) Так как энергия обмена веществ в теле человека преобразуясь в тепло, отдается в окружающее пространство преимущественно через кожную поверхность, имеет значение величина основного обмена, приходящаяся на 1 кв.м. поверхности тела. Эти величины у разных организмов близки между собой. Школьник в возрасте 10-12 лет освобождает на 1 кв.м. 1236 (мальчик) и 1200 (девочка) ккал за сутки. В возрасте 18-20 лет освобождается соответственно на 1 кв.м. 984 – 912 ккал, в возрасте 20-40 лет – 948 - 888 ккал в сутки.



## Формула Мостеллера

$$\text{ППТ} = \sqrt{(\text{рост} * \text{вес} / 3600)}$$

где

- ППТ – площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>
- рост – рост, см
- вес – масса тела, кг

Таблица 1.

m(кг)	70	80	65	50	40	40	70	90	85
H(см)	175	170	165	165	150	165	180	210	165
По (1)	1,833	1,899	1,702	1,523	1,293	1,386	1,870	2,326	1,906
По (2)	1,863	1,931	1,730	1,547	1,313	1,407	1,901	2,366	1,939
По (3)	1,799	1,872	1,674	1,490	1,267	1,349	1,832	2,269	1,885
По (4)	1,698	1,796	1,594	1,393	1,193	1,242	1,718	2,087	1,830
По (5)	1,847	1,962	1,734	1,506	1,286	1,335	1,868	2,272	2,003
По (6)	1,845	1,944	1,726	1,514	1,291	1,354	1,871	2,291	1,974
Средняя	1,818	1,906	1,698	1,499	1,278	1,348	1,847	2,270	1,929
Стан.откл	0,0565	0,0567	0,0504	0,0499	0,0401	0,0528	0,0602	0,0879	0,0592

Рис. 131. Гомограмма для определения поверхности тела по весу и росту

У студента определяем основной обмен на 1 кв.м. поверхности тела за сутки, используя ранее полученную величину обмена энергии. Находим общую поверхность тела, исходя из данных роста и массы тела, по формуле:  $S=167,2 \times M \times L^{10}$ , где S - площадь поверхности тела (кв.м.), M – масса тела (кг), L - длина тела (рост,см). Общую поверхность тела у взрослого находим с помощью номограммы, исходя из данных роста и массы тела. Пример: при росте 160 см и массе 50 кг поверхность тела равняется 1,37 кв.м. Результаты определения основного обмена на 1 кв.м. поверхности записываем в тетрадь. Рассчитываем величину основного обмена на 1 кв.м. поверхности тела у ребенка (таблица 18). Величину основного обмена берем из таблицы. Сравниваем величины основного обмена на 1 кв.м. поверхности у ребенка и у взрослого.

#### Поверхность и масса тела у детей

**Таблица 18.**

Возраст, годы	Масса, кг	Поверхность, кв.м.
1	10	0,55
5	17	0.79
8	24	1,00
11	31	1,19
14	40	1,41

Сопоставляем изменения интенсивности обмена на единицу массы тела с возрастом.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. Виды энергии в организме. Энергетический баланс организма.
2. Законы термодинамики. Их значение для физиологии
3. Прямая калориметрия
4. Непрямая калориметрия по методу Дугласа-Холдэна.
5. Непрямая калориметрия с применением спирометра Крога (метабологафа)
6. Дыхательный коэффициент. Его величина и значение.
7. Калорический эквивалент кислорода
8. Общий валовый обмен энергии в разных условиях
9. Основной обмен энергии. Его значение, условия определения
10. Величины основного обмена (абсолютные и на 1 кг массы) у взрослого человека и маленького ребенка. Правило поверхности тела
11. Калорическая стоимость питательных веществ. Ее определение
12. Белковый минимум. Гарантийная белковая потребность.
13. Составление суточного пищевого рациона. Количество и соотношение питательных веществ в рационе взрослого человека и ребенка

## РАЗДЕЛ IX. СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Живой организм поддерживает существование в условиях непрерывно изменяющейся внешней среды в том случае, если он постоянно обменивается с ней потоком информации. С раннего детства мы испытываем множество ощущений и восприятий, составляющих часть нашей жизни. Те из них, которые особенно болезненны или приятны, становятся мощными факторами, формирующими пути нашего развития, характер личности и цели, к которым мы стремимся. Центральная нервная система организма должна быть информирована о всех изменениях, происходящих во внутренней среде организма. Поэтому изучение систем, основная функция которых заключается в восприятии, передаче и анализе полученной организмом информации, в физиологии имеет большое значение. Анализаторы по И.П.Павлову, состоят из периферического чувствительного нервного окончания (рецептора), приспособленного к восприятию определенной группы раздражителей, затем идет афферентный путь, и, наконец в коре головного мозга заложен «мозговой конец анализатора», где и заканчивается афферентный путь. В мозговом конце анализатора И.П.Павлов различал центральное ядро, где осуществляется высший анализ и синтез притекающих в кору мозга внешних и внутренних раздражений в виде нервного процесса и где этот нервный процесс

трансформируется в определенное ощущение или представление. Кроме центрального ядра, по всей мозговой коре рассеяны отдельные элементы, обеспечивающие организму при поражении этого центрального ядра более простую, элементарную форму анализа и синтеза раздражений. По И.П.Павлову, вся мозговая кора является сложнейшим анализатором явлений внешней и внутренней среды организма. Таким образом, анализатор представляет собой специализированную структуру, воспринимающую информацию из внешней среды, и состоит из рецепторной, проводниковой и корковой частей.

### **Работа № 73. Исследование тактильной чувствительности**

Участок кожной поверхности, под которым расположено чувствительное нервное окончание, называется чувствительной точкой. При раздражении чувствительной точки возникает определенное ощущение. Характер ощущения не зависит от того, какой раздражитель действует на рецептор. В коже имеются чувствительные точки, раздражение которых вызывает один из четырех видов ощущений: 1) прикосновения (давления), 2) тепла, 3) холода, 4) боли. На этом основании говорят о четырех видах кожной чувствительности. На всей поверхности тела человека в коже заложены рецепторные образования тепловой, болевой и тактильной чувствительности. Тактильные рецепторы располагаются неравномерно:

больше всего их на кончиках пальцев, на ладони, кончике языка и носа, меньше всего на спине. Пространственным порогом тактильной чувствительности считается минимальное расстояние между ножками циркуля Вебера, при котором различаются два прикосновения.

**Необходимо для работы:** волоски Фрея, циркуль Вебера, булавки, стеклянные палочки, стаканчики с горячей и холодной водой.

**Ход работы:** Проводим наблюдение над студентами. Студент сидит в удобном положении с закрытыми глазами, положив руку на стол. Он должен быть в спокойном и сосредоточенном состоянии. С помощью волоска Фрея устанавливаем на кожной поверхности тела (ладонь, шея, предплечье, щека) наличие отдельных точек. На участках кожи, покрытых волосками, прикасаемся к этим волоскам. Определяем плотность (количество) осязательных точек (т.е. тактильных рецепторов) на различных участках кожи. Берем булавку с острым кончиком. На тыльной стороне поверхности кожи студента чертим квадрат со стороной 1 см. Слабо надавливая острием булавки на отдельные точки внутри квадрата, определяем характер ощущений, возникающих у испытуемого: тактильные или болевые. Для определения чувствительности тактильных рецепторов (остроты осязания) используем циркуль Вебера, ножки которого будут находиться относительно друг к другу на расстоянии 5-10 мм. Коснемся браншами циркуля к поверхности кожи пальцев, ладони, тыльной

поверхности рук, лица, шеи студента, не оказывая давления. Когда студент ощутит два прикосновения, сблизим ножки циркуля, уменьшая каждый раз расстояние между браншами на 1 мм, пока два прикосновения не станут ощущаться как одно. Затем, медленно раздвигая ножки циркуля, отмечаем расстояние между ними, при котором студент опять ощутит два прикосновения. Чем больше рецепторов приходится на единицу поверхности кожи, тем при меньшем расстоянии между браншами циркуля ощущаются два прикосновения. Стеклопальной палочкой, смоченной в горячей ( $50-55^{\circ}\text{C}$ ), а затем в холодной ( $5-10^{\circ}\text{C}$ ) воде, коснемся кожи, определяя расположение «тепловых» и «холодовых» чувствительных точек. Запишем полученные данные, сделаем вывод о наличии в коже отдельных чувствительных точек, раздражение которых вызывает ощущение четырех видов, а также различной плотности расположения тактильных рецепторов на разных участках кожи.



Вебера)

**Рис. 132** Эстеziометр (циркуль

**Таблица 19**

Области кожи	Порог чувствительности (расстояние между ножками циркуля)
Палец руки	
ладонь	
шея	
поясница	
нос	

**Вопросы для самопроверки:**

1. Органы чувств и анализаторы, их функции. Отделы анализаторов (И.П.Павлов)
2. Общие закономерности функции органов чувств. Рецепторный потенциал. Возникновение импульсов в афферентных волокнах
3. Специфичность ощущений. Адекватные и неадекватные раздражители
4. Пороги ощущения – абсолютные и относительные (дифференциальные). Зависимость дифференциальных порогов от абсолютной силы раздражения (закон Вебера-Фехнера)
5. Адаптация органов чувств. Ее значение
6. Виды кожной чувствительности, структура рецепторов. Проводящие пути Представительства в центральной нервной системе
7. Методы исследования кожной чувствительности. Определение чувствительных точек. Острота осязания
8. Двигательный анализатор, его структура, функции и

значение

9. Вкусовые рецепторы. Проводниковая и центральная части вкусового анализатора. Методы исследования вкусовой чувствительности

10. Развитие кожного, двигательного и вкусового анализатора в раннем онтогенезе

## **ЗРАЧКОВЫЕ РЕФЛЕКСЫ**

Зрачок при быстром увеличении интенсивности освещения сразу же сужается, а при ее уменьшении расширяется. Затем постепенно диаметр зрачка возвращается к исходному состоянию. Такие реакции зрачка предохраняют сетчатку в момент резкого изменения интенсивности освещения, когда явления адаптации еще не успели развиться. В темноте зрачки могут оставаться расширенными длительное время. При напряженном рассматривании близко расположенных мелких предметов (напр. при чтении книги, напечатанной очень мелким шрифтом) зрачки могут долго оставаться суженными, даже при относительно слабом освещении. Реакция зрачков всегда содружественна: в момент затенения правого глаза расширяется зрачок и левого глаза, в момент открывания оба зрачка суживаются. Данное явление объясняется следующим образом. От рецепторов сетчатки волокна зрительного нерва, направляясь к буграм четверохолмия, частично перекрещиваются. В четверохолмии возбуждение переходит на ядра глазодвигательного нерва и по нему приходит к

круговой мышце радужной оболочки глаза, изменяя ее тонус. Таким образом, по правому и по левому глазодвигательным нервам возбуждение идет от обеих сетчаток.

#### **Работа № 74. Влияние адреналина и атропина на величину зрачка глаза лягушки**

**Необходимо для работы:** препаровальный набор, глазная пипетка, адреналин 1:5000, атропин 1%, вода, линейка, тарелка, лягушка; источник света, студент.

**Ход работы:** 1. У лягушки разрушаем головной и спинной мозг. Осторожно глазными ножницами обрезаем веки (открываем глаза); промываем водой и оставляем на свету около 5 минут. Измеряем диаметр зрачков. Затем на глаз капаем одну каплю адреналина. Измеряем зрачок и сравниваем этот глаз с контрольным. Капаем одну каплю атропина на контрольный глаз и наблюдаем за изменением его зрачка. Результаты наблюдений и измерений оформляем.

2. Зрачковые рефлексy студента. Студент садится лицом к источнику света. Через 1-2 мин отмечаем ширину зрачков. 1.Затем студент закрывает один глаз рукой; наблюдаем за изменением ширины зрачка открытого глаза; 2.Студент открывает глаз, наблюдаем за изменением ширины зрачков обоих глаз; 3.Студент закрывает оба глаза на 30-60 сек, затем открывает и в этот момент отмечаем расширение зрачков. Степень расширения зрачков

сравниваем с наблюдением пункта 1; 4. Студент фиксирует взглядом далеко расположенный предмет, отмечаем ширину зрачков. Затем помещаем какой-нибудь предмет на расстоянии 15-20 см от глаз и предлагаем студенту рассматривать его. Наблюдаем за изменением положения обоих глаз (конвергенция) и изменением ширины зрачков. Необходимо изобразить рефлекторную дугу зрачкового рефлекса.

### Работа № 75. Роль полукружных каналов в регуляции равновесия лягушки

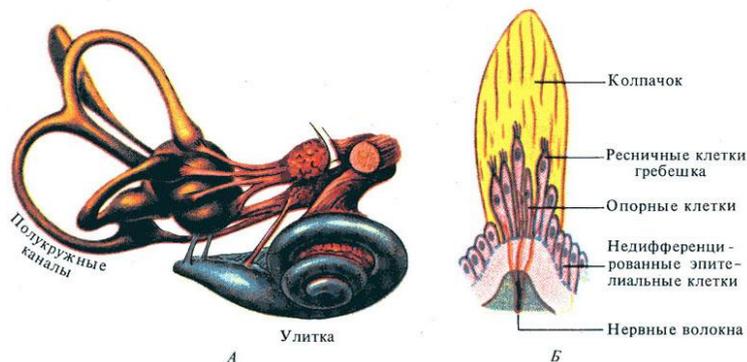


Рис.133 орган равновесия

Роль полукружных каналов у лягушки проявляется как в позе, так и во время плавания в воде. После одностороннего разрушения полукружных каналов у лягушки нарушается тонус одной половины тела. После двустороннего разрушения полукружных каналов нарушаются плавательные движения.

**Необходимо для работы:** дощечка для фиксации лягушки, острый скальпель, тупая игла с загнутым концом, лягушка.

**Ход работы:** Необездвиженную лягушку фиксируем на пробковой дощечке брюшком вверх. На самый край нижней челюсти накладываем лигатуру, после чего нижнюю челюсть вместе с языком максимально оттягиваем к брюшку. Открывается основание черепа, на котором хорошо видны бугорки височных костей. В верхушке одного из них кончиком острого скальпеля проделываем отверстие; в отверстие вводим кончик вогнутой тупой иглы. Легким поворотом иглы разрушаем лабиринт. Лягушку освобождаем. Через несколько минут наблюдаем своеобразную посадку лягушки с наклоном на оперированную сторону. Конечности с оперированной стороны поджаты, с интактной - сильно вытянуты. Прикосновением раздражаем заднюю лапку лягушки. Лягушка уходит от раздражения, передвигаясь не прямолинейно, а по кругу, сворачивая в оперированную сторону. При больших прыжках лягушка, как правило, переворачивается на спину. При помещении лягушки в большой сосуд с водой плавательные движения также осуществляются по кругу. При двустороннем разрушении полукружных каналов лягушка в первое время после операции остается неподвижной. При подталкивании она совершает беспорядочные движения, легко падает, переворачивается на спину. Через некоторое время у нее восстанавливается способность совершать небольшие передвижения; в данном случае движения контролируются с помощью зрения. При закрытых глазах лягушка остается беспомощной и ведет себя так, как после операции.

**Работа № 76. Определение зависимости между силой раздражителя и интенсивностью чувствительности (закон Вебера-Фехнера)**

В 1846 г Вебер сообщил, что прирост интенсивности стимула, необходимый для возникновения едва заметной разницы и ощущения, находится в постоянном отношении к исходной интенсивности. Вебер нашел, что может различить два груза, лежащие на его руке, если отношение их друг к другу составляет не меньше 29-30. Фехнер придал этому наблюдению Вебера математическое выражение:  $K = \Delta P / P$ , где  $\Delta P$  - прирост раздражения,  $P$  - исходную интенсивность раздражения,  $K$  - постоянная величина. Опираясь на закон Вебера, Фехнер развил представление, по которому ощущение пропорционально логарифму раздражения:  $S = a \log R + b$ , где  $S$  - интенсивность чувствительности,  $a$  - константа, учитывающая коэффициент перехода к десятичным логарифмам,  $b$  - константа интегрирования. Этот закон Фехнера был основан на предположении, что величина, обозначенная Фехнером «е.з.р.» - едва заметная разница между двумя стимулами, воспринимаемая человеком – остается постоянной при всех интенсивностях стимуляции. Вебером и Фехнером было показано, что минимальное заметное изменение ощущения

возникает в том случае, когда прирост силы раздражения находится в определенном соотношении с величиной начального раздражения. Этот закон верен в пределах средней силы раздражения и зависит от исходного функционального состояния нервной системы и степени адаптации рецепторного аппарата.

**Необходимо для работы:** Металлический цилиндр, соединенный системой трубок с градуированной бутылкой, вода, подкрашенная метиленовой синью.

**Ход работы:** Студент становится спиной к столу, на котором стоит бутылка с водой, подкрашенной метиленовой синью, и берет в руки цилиндр, в который налито 100 мл воды. Открываем кран бутылки и медленно добавляем в цилиндр воду. Студент должен сообщить, в какой момент он почувствует нарастание тяжести. Замечаем количество воды, добавленной в цилиндр к этому моменту. Опыт повторяем 3 раза, но каждый раз в медный цилиндр первоначально заливаем уже не 100, а 200, 300 и 500 мл воды. Полученные данные подставляем в уравнение Вебера:  $K = \Delta P/P$  и сравниваем между собой постоянные величины ( $K$ ), полученные в 1, 2, 3 и 4 опытах.

### **Работа № 77. Определение вкусовой чувствительности рецепторов языка**

Рецепторы вкуса в основном расположены на сосочках языка. Некоторая часть вкусовых рецепторов

заложена в слизистой оболочке мягкого неба, миндалин, задней стенки глотки и надгортанника. Известны 4 вида вкусовых рецепторов: рецепторы, чувствительные к соленому, сладкому, горькому и кислому.

**Необходимо для работы:** 20% растворы сахара, хлорида натрия, сульфата магния (или 1% раствор хинина), 1% раствор лимонной кислоты (или столовый уксус), стеклянные палочки или пипетки (4 шт.), вода, студент.

**Ход работы:** Студент сидит с закрытыми глазами. Палочкой, смоченной в растворе сахара последовательно смажем кончик языка, его корень, спинку и боковые поверхности, регистрируя возникающие у студента ощущения. После каждого смазывания студент полощет рот водой. То же самое проделываем с другими раздражителями (не забывая о полоскании рта после каждой пробы). По окончании работы зарисуем схему полей вкусовой чувствительности языка; сделаем вывод о локализации полей с наибольшей чувствительностью к определенному вкусу. Результаты оформляем.

## **Работа № 78. Определение остроты зрения**

Нормальная острота зрения - это способность отдельно различать глазом 2 светящиеся точки при угле зрения в 50 сек, образуемом их лучами (этот угол равен 1 минуте), в этом случае изображение на сетчатке соответствует расстоянию в 4 микрона. Если

2 луча от 2 светящихся точек падают на одну колбочку (диаметр колбочки в нормальном глазу 3 микрона), то человек ощущает одно изображение—одну точку. Если 2 отдельных луча от двух светящихся точек падают на 2 смежные колбочки, то человек также видит одно слившееся изображение – одну точку. Когда 2 отдельных луча от 2 светящихся точек возбуждают 2 колбочки, между которыми находится одна невозбужденная, человек видит 2 светящиеся точки раздельно. Для нормального глаза это возможно в том случае, если расстояние между изображениями 2 светящихся точек на сетчатке равно 4 микронам (диаметр одной колбочки).

**Необходимо для работы:** таблица Сивцева, указка, студент.

**Ход работы:** Студент встает на расстоянии 5 м от таблицы и прикрывает один глаз ладонью. Показываем студенту ту или иную букву, выясняя какую из строк он отчетливо видит. Остроту зрения определяем отдельно для каждого глаза по формуле:  $y = a/x$ , где  $y$  – острота зрения,  $a$  - расстояние испытуемого от таблицы,  $x$  – расстояние, с которого должна быть видна прочитанная строка. Таблица составлена таким образом, что при нормальном зрении первая (верхняя) строка отчетливо видна с расстояния 50 м, а десятая – с расстояния 5 м. В таблице слева от строк указано расстояние. В заключение надо рассчитать, записать и дать оценку остроте зрения для каждого глаза, руководствуясь существующими нормами.

Пониженной считается острота зрения  $\gamma = 0,8$ .

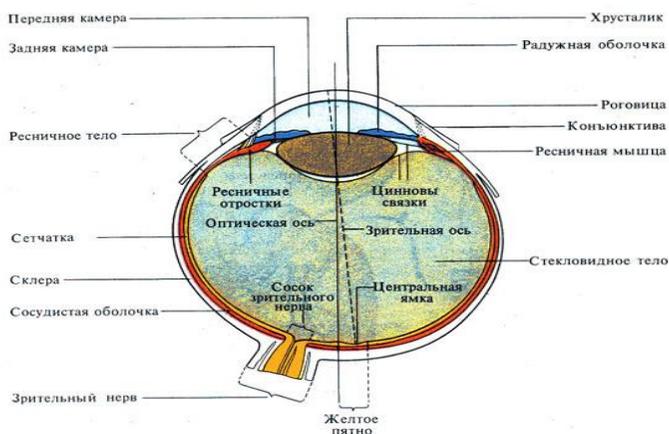


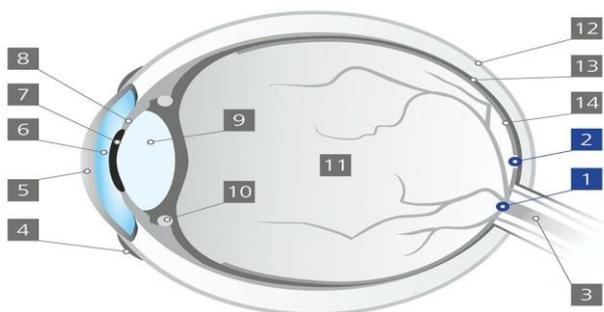
Рис. 134. Строение глаза

### Работа № 79. Демонстрация слепого пятна на сетчатке глаза (опыт Мариотта)

**Необходимо для работы:** рисунок для обнаружения слепого пятна, студент

**Ход работы:** Участок сетчатки, где зрительный нерв входит в глаз называется слепым пятном; здесь нет рецепторов. Изображение предмета, попадающее на слепое пятно, не воспринимается. Для определения величины и формы слепого пятна прикрепляем к стене лист белой бумаги. Сажаем перед ним студента на стул, так чтобы расстояние от глаз до бумаги составило 30-40 см. Наносим на бумагу крестик и черный кружок диаметром 2-3 мм. Во время всего определения студент не должен менять положения головы. Закрыв левый глаз ладонью, смотрим правым

на рисунок с крестиком и кружком, отодвинув рисунок на вытянутую руку. Медленно приближаем рисунок к глазу и отмечаем, что на определенном расстоянии от глаза изображение крестика исчезает. Перемещаем кружок по бумаге до тех пор пока студент не отметит его исчезновение. Отмечаем на бумаге момент исчезновения положение кружка.



**Рис. 135.** Карта для демонстрации слепого пятна (1. Слепое пятно, 2. Макула, 3. Зрительный нерв, 4. Конъюнктивa, 5. Роговица, 6. Камера глаза, 7. Зрачок, 8. Радужка, 9. Хрусталик, 10. Ресничная мышца, 11. Стекловидное тело, 12. Склера, 13. Сосудистая оболочка, 14. Сетчатка)

Повторяем опыт, закрыв правый глаз и фиксируя крестик левым глазом; теперь исчезает кружок. Исчезновение одного из рисунков служит доказательством наличия в сетчатке глаза слепого пятна. Для расчета диаметра слепого пятна используем формулу:  $X = \frac{a \cdot b}{v}$ , где  $X$  – диаметр слепого пятна,  $a$  – диаметр проекции слепого пятна на бумаге (диаметр кружка или крестика),  $b$  – расстояние от узловой точки до сетчатки ( у взрослого – около 17 мм, у новорожденного – 11 мм),  $v$  – расстояние от

рисунка до узловой точки ( у взрослого расстояние от передней поверхности роговицы до узловой точки составляет около 7 мм, у новорожденного – 5,5 мм). Зарисуем схему изображения на сетчатке, обозначим место слепого пятна и рассчитаем его диаметр.

### **Вопросы для самоконтроля:**

- 1.Зрительный анализатор, его отделы
- 2.Преломляющие среды глаза
- 3.Оптические свойства глаза (редуцированный глаз)
- 4.Характеристика кардинальных точек глаза и изображения на сетчатке.
- 5.Рефракция глаза и ее аномалии. Особенности рефракции глаза в раннем детском возрасте
- 6.Аккомодация глаза, механизм.
- 7.Зрачковые рефлексy. Их значение
- 8.Распределение в сетчатке колбочек и палочек
- 9.Поле зрения и периметрия
- 10.Функции палочек и колбочек. Фотохимические процессы
- 11.Функции биполярных и ганглиозных клеток сетчатки. Особенности перекреста волокон зрительных нервов
- 12.Адаптация глаза (темновая и световая)
- 13.Острота зрения
- 14.Собственный мышечный аппарат глаза. Его значение
- 15.Центральный отдел зрительного анализатора
- 16.Слуховой анализатор, его отделы
- 17.Проведение звуковых колебаний к рецепторам

18. Диапазон частот, воспринимаемых органом слуха человека. Его изменения в онтогенезе
19. Восприятие силы звука. Выражение силы звука в децибелах
20. Теория восприятия звуковых колебаний разной амплитуды и частоты
21. Центральный отдел слухового анализатора

## **РАЗДЕЛ X. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Основной формой деятельности нервной системы является рефлекс. И.П.Павлов показал, что все рефлекторные реакции можно разделить на две большие группы: условные и безусловные рефлексы. Безусловные рефлексы – это реакции, осуществляемые организмом в ответ на непосредственное раздражение данного рецептивного поля. Безусловные рефлексы врожденные, они свойственны всем животным данного вида и передаются по наследству. Условные рефлексы формируются на основе безусловных. Непрерывно изменяющиеся условия внешней среды вызывают появление одних безусловных рефлексов и торможение других. Условные рефлексы осуществляются с обязательным участием коры больших полушарий головного мозга. Особенность условного рефлекса в том, что рефлекторная реакция осуществляется при действии сигналов – условных раздражителей, что позволяет организму более совершенно приспосабливаться к окружающей среде.

Условные рефлексы образуются при замыкании временной связи между двумя очагами возбуждения, возникающими в коре больших полушарий при одновременном действии условного и безусловного раздражителей. По природе раздражителей условные рефлексы делятся на натуральные и искусственные. По рецепторному признаку условные рефлексы делятся на экстероцептивные, интероцептивные, проприоцептивные. В зависимости от структуры условные раздражители бывают простые и сложные. По рефлекторному признаку условные рефлексы делятся на соматические (двигательные) и вегетативные. Выделяют положительные и отрицательные условные рефлексы. По биологическому значению рефлексы делят на: пищевые, половые, оборонительные, двигательные и ориентировочные. Значение условных рефлексов для организма состоит в обеспечении сложных взаимодействий организма с внешней средой, делая их более совершенными; в уточнении, утончении и усложнении взаимодействия организма с внешней средой; условные рефлексы лежат в основе процессов дрессировки, воспитания и обучения. Работами И.П.Павлова было доказано, что в основе ВНД лежит сложный комплекс условных и безусловных рефлексов. Поэтому метод условных рефлексов является идеальным инструментом для исследования ВНД человека и животных.

## Работа № 80. Наблюдение слюноотделительного рефлекса у собаки

**Необходимо для работы:** станок для собаки, менделеевская замазка, пробирка, воронка, мясо, собака с фистулой слюнной железы.

**Ход работы:** Собаке наклеиваем на фистулу слюнной железы менделеевской замазкой воронку и подвешиваем к ней пробирку. Помещаем собаку в станок внутри камеры. Затем собаке показываем кусок мяса и наблюдаем выделение слюны на вид и запах мяса; собираем слюну в течение трех минут.

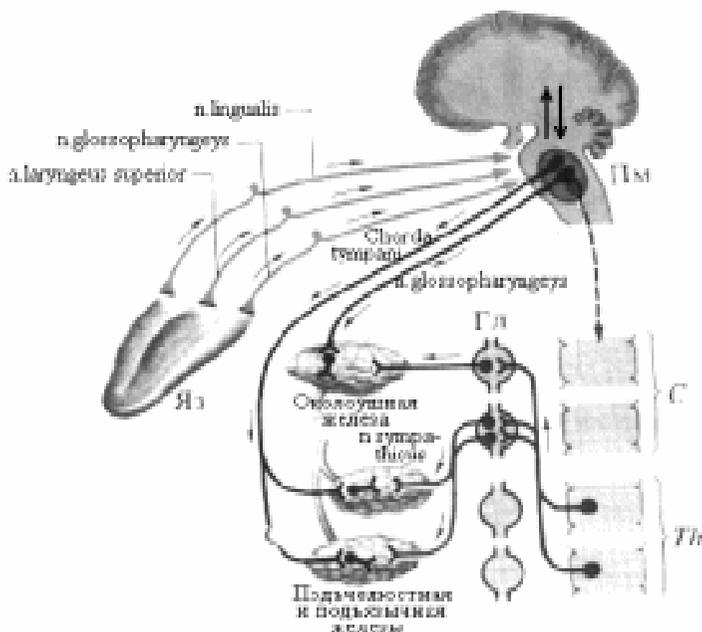


Рис. 136. Схема безусловнорефлекторного слюноотделения



**Рис. 137.** Схема безусловнорефлекторного слюноотделения. 1-язык, 2-слюнная железа

После этого заменяем пробирки и кормим собаку мясом, наблюдая слюноотделение во время еды также в течение трех минут.

### **Работа № 81. Метод образования условного пищевого рефлекса**

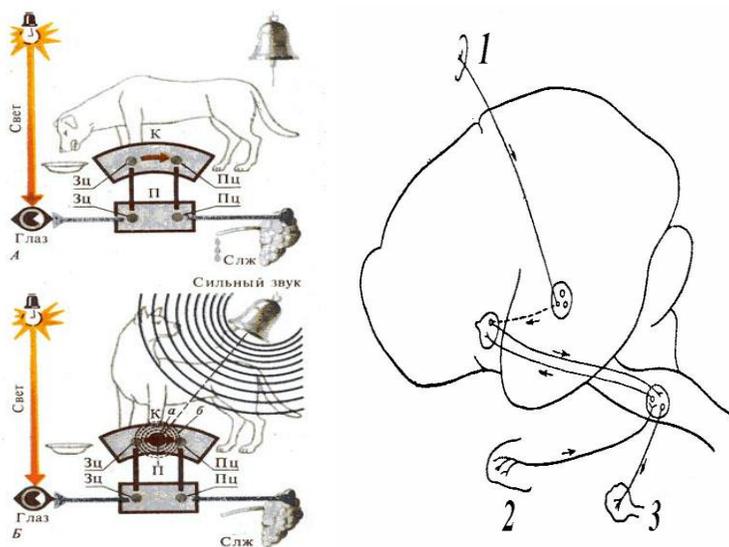
Для занятий со студентами удобна камера, имеющая широкое окно с двойными стеклами, затянутое марлей.

**Необходимо для работы:** собака с фистулой околоушной слюнной железы, камера для выработки условных рефлексов, мясо-сухарный порошок, менделеевская замазка, спиртовка.

**Ход работы:** Для образования условных рефлексов необходимо, чтобы совпали во времени возбуждения двух или более корковых очагов; условный (индифферентный) сигнал должен предшествовать безусловному раздражителю и обладать определенной интенсивностью. В качестве условного раздражителя можно использовать любое раздражение, в качестве безусловного раздражителя – пищевой или оборонительный рефлекс,

возбуждение любого внутреннего органа или целых систем организма.

Для выработки условного рефлекса собаку с фистулой околоушной слюнной железы помещаем в специальный станок внутри камеры. При помощи менделеевской замазки приклеиваем к коже щеки, в месте выведенного слюнного протока, пробирку для сбора слюны и соединяем ее резиновыми трубками с прибором для регистрации слюноотделения. Производим сигнальное (условное) раздражение. Через 15 сек после начала действия сигнального раздражителя собаку кормят, подав чашечку с пищей.



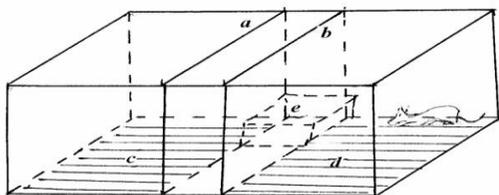
**Рис. 138.** Схема условного пищевого рефлекса на звук: 1-ухо, 2-язык, 3-слюнная железа

Возникает более сильное безусловнорефлекторное слюноотделение. Применяем дифференцировочный раздражитель (не подкрепляемый пищей) и наблюдаем реакцию собаки. Повторяем положительные условные раздражения несколько раз, подкрепляя их пищей. Убедившись в строгой закономерности появления слюноотделительного пищевого рефлекса, переходим к его угашению.

### **Работа № 82. Образование условного оборонительного рефлекса у крыс**

**Необходимо для работы:** белые крысы, специальная клетка, лабораторный автотрансформатор, метроном или звонок

**Ход работы:** Используем клетку, разделенную вертикальной перегородкой на две равные половины, сообщающиеся между собой отверстием. Дном каждого из этих помещений служит сетка, через которую можно пропускать переменный электрический ток различного напряжения. Ток можно подавать в одно из помещений камеры; это достигается с помощью переключателя.



**Рис. 139.**

Камера для выработки условного оборонительного рефлекса: а, b-перегородки, с, металлическая сетка, е-коридор

Сажаем крыс в одно из помещений и подключаем ток ко дну этой части клетки. Подбираем такое напряжение тока, при включении которого крысы перебегают в другое помещение. Через 3-5 минут даем условный раздражитель (напр., метроном 60 в мин или звонок) и через 3-5 сек включаем ток на 2-3 сек, после чего выключаем условный раздражитель и ток. Такие сочетания повторяем с интервалом 2-3 мин. Наблюдаем условный рефлекс – переход крыс в соседнее помещение при действии только условного раздражителя.

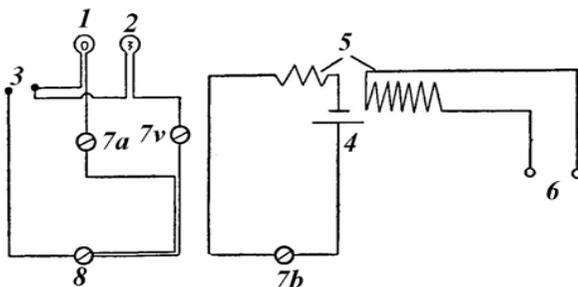
### **Работа № 83. Выработка условных рефлексов у человека**

**Необходимо для работы:** очковая оправа, стеклянная изогнутая и резиновая трубка, груша для нагнетания воздуха, экран, студент.

Для выработки условных рефлексов у студента, используем ширму, отделяющую его от экспериментатора. Экспериментатор находится перед пультом управления и наблюдает за студентом через смотровую щель.

**Ход работы:** 1. Условный двигательный рефлекс руки на свет. В качестве безусловного раздражителя используем индукционный ток. Первичную катушку подключаем к клеммам от понижающего трансформатора. Ко второй катушке присоединяем раздражающие электроды, представляющие собой 2 металлические пластинки, укрепленные на изоляторе.

Электроды покрываем кусочками марли, смоченной физраствором. Студент помещает пальцы на электроды, а экспериментатор подбирает силу тока на 2-3 ом выше пороговой, чтобы при включении тока наблюдалось отчетливое движение руки. Сигнальным раздражителем служит свет лампочки. Включение лампочки предшествует раздражению током в течение 0,5-1 сек. Сочетая условный и безусловный раздражители несколько раз, убеждаемся, что свет лампочки, примененный изолированно, вызывает движение.



**Рис. 140.** Схема образования условного двигательного оборонительного рефлекса: 1-белый свет, 2-синий свет, 3-индукционный ток, 4-аккумулятор, 5- первичный и вторичный индукционные катушки, 6-клеммы, 7-включатель синего света, 8-включатель белого света

2. Если в глаз человека попадает струя воздуха, то человек закрывает его. Это защитная безусловно-рефлекторная реакция. Если несколько раз сочетать вдувание воздуха в глаз с каким-нибудь индифферентным раздражителем (стук метронома, звонок) то этот раздражитель становится сигналом поступления струи воздуха в глаз. Для выработки

такого рефлекса можно использовать очковую оправу с укрепленной на ней стеклянной изогнутой под углом трубочкой, соединенной при помощи резиновой трубки с грушей для нагнетения воздуха. Очковую оправу надеваем на студента и берем в руки грушу для нагнетания воздуха. Рядом устанавливаем звонок, метроном или другой источник раздражения. Звонок (метроном), грушу и руки, проводящего эксперимент, закрываем от студента экраном. Первым раздражителем всегда является звонок (метроном), а вторым – вдувание воздуха. Начав воздействие будущим условным раздражителем, через 2-3 с нажимаем на грушу, вдувая струю воздуха в глаз; последует рефлекторная мигательная реакция. Через 7-10 с сочетание действия двух раздражителей необходимо повторить. Опыт продолжаем до тех пор, пока мигание не будет наступать только при действии первого раздражителя, без вдувания воздуха. Полученные данные оформляем и подсчитываем, сколько сочетаний условного раздражителя с безусловным понадобилось для образования мигательного условного рефлекса. После выработки условного рефлекса его необходимо закрепить, повторив подкрепление безусловного раздражителя. Полученные данные анализируем и делаем вывод о скорости и прочности образования условного рефлекса. Результаты оформляем.

## **Вопросы для самоконтроля:**

1. Принципы рефлексорной теории (по И.П.Павлову)
2. Функциональное значение коры больших полушарий. Характеристика поведения декортизированных животных
3. Взаимосвязь различных отделов коры головного мозга
4. Значение отдельных зон коры больших полушарий. Потенциал действия
5. Принцип временных связей как основа высшей нервной деятельности. Сигнальное значение раздражений. Структура условных рефлексов.
6. Условия возникновения временных связей
7. Классификация условных рефлексов
8. Безусловнорефлекторное торможение условных рефлексов; виды и значение.
9. Условное торможение; виды и значение
10. Сон. Фазы сна. Значение влияния, идущих из ствола мозга
11. Закон силовых отношений
12. Комплекс условных раздражителей. Динамический стереотип
13. Типы высшей нервной деятельности
14. Развитие функций ЦНС в начальные периоды онтогенеза. Теория П.К.Анохина
15. Возникновение условнорефлекторной деятельности у детей.
16. Развитие условного торможения у детей
17. Начало функций II сигнальной системы. Развитие речи

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Джафаров Ф.И. Нормальная физиология. Методическое указание к практическим занятиям. Баку, 1981.
2. Каграманов К.М. Практические занятия по нормальной физиологии (I, II, III части), Баку, 1980, 1984.
3. Практикум по физиологии. Под ред. доц. К.М. Кулланды. Москва, изд-во «Медицина», 1970.
4. Квасов Д.Г. и др. Руководство к практическим занятиям по физиологии. М., 1977.
5. Батуев А.С. Малый практикум по физиологии человека и животных. М., 1987.
6. Дегтярев В.П. и др. Руководство к практическим занятиям по физиологии. М., «Медицина», 1968, 288 с.
7. Гасанов Г.Г., Гаджиев Ш.М., Гарибов А.И. Физиология центральной нервной системы. Баку, Маариф, 1998, 360 с.
8. Физиология человека. Учебное пособие в 3-х томах (под ред. Р.Шмидта и Тевса). М., Мир, I т. 371 с., II т. 641 с., III т. 875 с.
9. Алиев А.Г., Алиева Ф.А., Мадатова В.М. Физиология человека и животных. I часть 413 с., II часть 599 с.
10. Нормальная физиология : учеб. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2013. 542 с. С. 35–209
11. Физиология человека : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 / под ред. А. И. Кубарко. Минск : Выш. шк., 2010. 511 с. С. 34–209
12. Физиология мышц. Справочные материалы. Г.А. Захарова. ВГУ им. П.М. Машерова, Витебск, 2018, 23с

13. Физиология человека и животных : практикум для студентов биологического факультета / под ред. А. Г. Чумака. ЭБ БГУ::ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ::Биология Минск : БГУ, 2011  
<http://elib.bsu.by/handle/123456789/2805>
14. Физиология человека и животных : практикум : учебное пособие / под ред. акад. В. Н. Гурина ЭБ БГУ::ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ:: Биология Минск : БГУ, 2002  
<http://elib.bsu.by/handle/123456789/43531>
15. Шибкова, Д.З. Практикум по физиологии человека и животных [Текст]: учеб. пособие / Д.З. Шибкова. – Изд. 4-е, испр. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 244 с.
16. Малый практикум по физиологии человека и животных : учебное пособие / Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Южный федеральный университет, Биолого-почвенный факультет. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2009. – 160 с.  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240935>

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Работа №1 Организация практических работ по физиологии человека и животных	6
Методы, применяемые в физиологической практике	8
Работа №2 Приборы и инструменты, используемые в физиологической практике	16
РАЗДЕЛ I. Нервно-мышечная физиология	27
Работа №3 Методы обездвиживания лягушки. Фиксация лягушки	28
Работа №4 Приготовление нервно-мышечного препарата. Фиксация лягушки	31
Вопросы для самоконтроля	36
Работа №5 Приготовление нервно-мышечного препарата и ее запись на миографе	36
Кривая сокращения гладкой мускулатуры	42
Работа №6 Зависимость высоты мышечного сокращения от силы раздражителя	44
Работа №7 Влияние груза на высоту одиночного мышечного сокращения	47
Вопросы для самоконтроля	50
Работа №8 Утомление мышцы. Эргография	50
Работа №9 Законы проведения импульсов по мышечным и нервным волокнам	52
Вопросы для самоконтроля	57
Работа №10 Биоэлектрические явления в	

возбудимых тканях	58
Работа №11 Поляризирующие и неполяризирующие электроды	63
Законы раздражения	64
Работа №12 Закон градиента раздражения и явление аккомодации	65
Работа №13 Полярный закон возбуждения	66
Работа №14 Физиологический электротон	68
Работа №15 Закон сокращения Пфлюгера	72
Вопросы для самоконтроля	75
Центральная нервная система	76
Работа №16 Рефлекс. Анализ рефлекторной дуги	78
Работа №17 Потирательный и сгибательный спинномозговые рефлексы	81
Спинно-мозговые рефлексы человека	83
Работа №18 Коленный и ахиллов рефлекс	84
Работа №19 Иррадиация возбуждения в спинном мозге	85
Работа №20 Время рефлекса и его определение	86
Работа №21 Торможение спинно-мозговых рефлексов	89
Работа №22 Влияние химических веществ на возбудимость ЦНС	93
Работа №23 Реципрокная иннервация мышц-антагонистов (опыт Шеррингтона)	95
Работа №24 Децеребрационный раздражитель, шейный и лабиринтный рефлексы	98
Вопросы для самоконтроля	99
Работа № 25 Результаты удаления мозжечка у животных	101

Работа №26 Удаление больших полушарий мозга у лягушки	103
Вопросы для самоконтроля	105
Работа №27	
Электроэнцефалография	105
Работа №28 Процесс самораздражения животного в хроническом опыте (опыт Олдза)	109
Вопросы для самоконтроля	110
РАЗДЕЛ II. Железы внутренней секреции	110
Работа №29 Влияние адреналина и ацетилхолина на зрачок лягушки	111
Работа №30 Влияние света, гормонов гипофиза (питуитрина) и надпочечников (адреналина) на меланофоры лягушки	113
Работа №31 Результаты удаления поджелудочной железы у собаки	115
Работа №32 Влияние инсулина на уровень сахара в крови	120
Вопросы для самоконтроля	121
РАЗДЕЛ III. Кровь	122
Работа №33 Способы получения крови у различных животных	131
Работа №34 Получение крови для анализа	132
Работа №35 Подсчет эритроцитов	135
Работа №36 Автоматический подсчет эритроцитов	137
Работа №37 Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	139
Вопросы для самоконтроля	141
Работа №38 Разрушение кровяных телец под влиянием алкоголя	142

Работа №39 Определение содержания гемоглобина	143
Работа №40 Спектральный анализ гемоглобина	147
Работа №41 Фотоэлектроколориметрический способ определения гемоглобина (экспресс-метод)	148
Работа №42 Счет белых кровяных телец (лейкоцитов) и лейкоформула	149
Работа №43 Счет тромбоцитов	152
Работа №44 Определение времени свертывания крови	154
Вопросы для самоконтроля	157
Работа №45 Определение групп крови. Переливание крови	157
Работа №46 Определение резус-фактора в эритроцитах	160
Вопросы для самоконтроля	161
РАЗДЕЛ IV. Кровообращение	162
Работа №47 Наблюдение и запись сокращений обнаженного сердца лягушки	165
Работа №48 Автоматизм сердечной деятельности	168
Работа №49 Гуморальная регуляция сердечной деятельности	172
Работа №50.Нервная регуляция сердечной деятельности	174
Работа №51 Рефлекторная регуляция сердечной деятельности	177
Работа №52 Электрокардиография	181
Работа №53 Прослушивание сердечных тонов	185
Вопросы для самоконтроля	186

РАЗДЕЛ V. Движение крови по сосудам	190
Работа №54 Наблюдение капиллярного кровообращения	192
Работа №55 Влияние адреналина на сосуда	194
Вопросы для самоконтроля	197
Работа №56 Наблюдение давления крови у теплокровных животных	197
Работа №57 Запись артериального пульса (сфигмография)	200
Работа №58 Измерение кровяного давления у человека	202
Работа №59 Двигательные нервы, регулирующие сосудистую деятельность	205
Вопросы для самоконтроля	209
РАЗДЕЛ VI. Физиология дыхания	211
Работа №60 Запись дыхательных движений (Пневмография)	213
Работа №61 Измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ)	217
Работа №62 Изучение объема вентиляции легких на модели Дондерса	219
Работа №63 Значение межреберных мышц для дыхания	221
Вопросы для самоконтроля	223
РАЗДЕЛ VII. Выделительная система	225
Работа №64 Изучение диуреза в остром опыте	228
Вопросы для самоконтроля	229
РАЗДЕЛ VIII. Физиология пищеварения	230
Работа №65 Наблюдение слюноотделения у собаки	231

Работа №66 Наблюдение слюноотделения у человека	234
Работа №67 Состав и свойства слюны	236
Работа №68 Операция фистулы желудка у собаки по методу В.А.Басова	239
Работа №69 Операция изолированного желудочка на гастроэзофаготомированной собаке по И.П.Павлову	241
Работа №70 Моторная функция желудочно-кишечного тракта	244
Работа №71 Всасывание питательных веществ из кишечника в кровь и лимфу	247
Вопросы для самоконтроля	250
Обмен веществ и энергии	251
Работа №72 Определение основного обмена по таблицам	252
Вопросы для самоконтроля	258
РАЗДЕЛ IX. Сенсорная система	259
Работа №73 Тактильная чувствительность	260
Вопросы для самоконтроля	263
Наблюдение зрачкового рефлекса	264
Работа №74 Влияние адреналина и атропина на зрачок	265
Работа №75 Роль полукружных каналов в регуляции равновесия тела лягушки	266
Работа №76 Зависимость интенсивности чувствительности от силы раздражителя (закон Вебера-Фехнера)	268
Работа №77 Изучение вкусовой	

чувствительности	269
Работа №78 Определение остроты глаза	270
Работа № 79 Демонстрация слепого пятна в сетчатке глаза	272
Вопросы для самоконтроля	274
РАЗДЕЛ X. Высшая нервная деятельность (ВНД)	275
Работа №80 Наблюдение слюноотделительного рефлекса собаки	277
Работа №81 Метод выработки условного пищевого рефлекса	278
Работа №82 Выработка условного оборонительного рефлекса у крысы	280
Работа №83 Выработка условного рефлекса у человека	281
Вопросы для самоконтроля	284
Использованная литература	285

Подписано к печати: 03.04.2023  
Формат бумаги:60x84 1/16  
300 экз.  
“Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya” MMC, 2023